

ผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
ต่อการลดสารคลอร์ไพริฟอสบนผลมะนาว

EFFECT OF FRUIT AND VEGETABLE GEL CLEANSER PRODUCED BY
THE ROYAL CHITRALADA PROJECTS ON THE REDUCTION OF
CHLORPYRIFOS ON LIME FRUITS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AI-M-054-330

ผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
ต่อการลดสารคลอไรไพริฟอสบนผลมะนาว

EFFECT OF FRUIT AND VEGETABLE GEL CLEANSER PRODUCED BY
THE ROYAL CHITRALADA PROJECTS ON THE REDUCTION OF
CHLORPYRIFOS ON LIME FRUITS



พิชญาภา ศิริรัตน์
PISHAYAPA SIRIRAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AI-M-054-330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EFFECT OF FRUIT AND VEGETABLE GEL CLEANSER PRODUCED BY
THE ROYAL CHITRALADA PROJECTS ON THE REDUCTION OF
CHLORPYRIFOS ON LIME FRUITS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2019

KMITL-2019-AI-M-054-330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2019

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว

EFFECT OF FRUIT AND VEGETABLE GEL CLEANSER PRODUCED BY THE ROYAL CHITRALADA PROJECTS ON THE REDUCTION OF CHLORPYRIFOS ON LIME FRUITS

ชื่อนักศึกษา

นางสาวพิชญาภา ศิริรัตน์

รหัสประจำตัว

57608018

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การจัดการความปลอดภัยอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ	
รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์	
ดร.ระจิตร สุพานิช	
รศ.สพญ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์	

วัน / เดือน / ปีที่สอบ 5 กรกฎาคม 2562 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น วันที่ 21 เดือน 09 พ.ศ. 62

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอร์ไพริฟอสบนผลมะนาว
นักศึกษา	นางสาวพิชญภา ศิริรัตน์
รหัสประจำตัว	57608018
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% เปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมไฮคาร์บอเนต ที่ความเข้มข้น 0.05% ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ต่อการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาว เมื่อได้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ดีที่สุดแล้ว นำมาศึกษาล้างมะนาวจากการปฏิบัติงานจริงที่โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ผลการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2560 จากแหล่งจำหน่ายสวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี 66 ตัวอย่าง ปากคลองตลาด 70 ตัวอย่าง และตลาดสี่มุมเมือง 19 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างทั้งหมด 155 ตัวอย่าง พบว่า มีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับไม่ปลอดภัยมากถึง 88 ตัวอย่าง คิดเป็น 56.77% แหล่งจำหน่ายที่มีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากที่สุดคือ ปากคลองตลาด ตรวจพบมากถึง 41 ตัวอย่าง คิดเป็น 58.57% และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบที่มีปริมาณสูงที่สุดคือ คลอร์ไพริฟอส เท่ากับ 2.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ อะบาเม็กติน เท่ากับ 1.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของมะนาวพบว่า ทั้ง 3 แหล่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานกำหนด เมื่อนำตัวอย่างมะนาวจากปากคลองตลาดมาทำการล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้เปรียบเทียบกับการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮคาร์บอเนต และทำการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit พบว่า การล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ความเข้มข้น 0.2% ระยะเวลา 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสได้ดีกว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.05% ระยะเวลา 15 นาที และการล้างผลมะนาว ที่ความเข้มข้น 0.2% ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล แขนาน 15 นาที สามารถกำจัดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสบนผลมะนาวได้ และจากการปฏิบัติงานจริงที่โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พระองค์ส่วนจิตรลดา เมื่อนำมะนาวไปล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ความเข้มข้น 0.2% ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม แช่นาน 15 นาที พบว่าสามารถกำจัดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวได้ และตรวจไม่พบสารคลอโรไพริฟอสตกค้างในมะนาวที่ใช้เปื้อนติดิบบของโรงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effect of fruit and vegetable gel cleanser produced by The Royal Chitralada projects on the reduction of chlorpyrifos on lime fruits.
Student	Ms. Pishayapa Sirirat
Student ID.	57608018
Degree	Master of Science
Program	Food Safety Management
Year	2019
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Aphacha Jindaprasert

ABSTRACT

The purpose of this research was observation of pesticide residue data on limes which was the raw material of The Royal Chitralada projects pasteurized juice factory. The experiment was studied on cleaning method of limes using vegetable and fruit detergent cleaner from The Royal Chitralada projects at concentration of 0.1% and 0.2%, compared with using sodium bicarbonate at concentration of 0.05% for 10, 15 and 20 minute. Then, the best cleaning condition were selected and applied to reduce pesticide residue on limes in the juice factory. The results of survey pesticide residue data on limes since 2015 - 2017 showed that totally of 155 samples from 66 samples from Petchburi, 70 samples from Pak Klong Market and 19 samples from See Mum Muang Market detected unsafe level of pesticide residue 88 samples or 56.77%. The most pesticide residue sample was found from Pak Klong Market at 41 samples or 58.57%. Chlopyrifos was the highest pesticide residue level at 2.43 mg/kg and abamactin was the second pesticide residue level at 1.32 mg/kg. The result of physical and chemical evaluation of limes from 3 markets was on the factory standard. Limes from Pak Klong Market were cleaned with vegetable and fruit detergent cleaner, compared with sodium bicarbonate and analyzed chlopyrifos pesticide residue by GT Test Kit. It was found that cleaning with vegetable and fruit detergent cleaner at 0.2% for 15 min was better than sodium bicarbonate cleaner at 0.05% for 15 min. Cleaning limes using vegetable and fruit detergent cleaner at concentration of 0.2% for 15 min with 30 limes was the best condition. For cleaning limes at the pasteurized juice factory of The Royal Chitralada projects, soaking 300 limes with vegetable and fruit detergent cleaner at concentration of 0.2% for

15 min could eliminate pesticide residue and was not detected chlopyrifos pesticide residue in limes as raw materials of the factory.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับพระมหากรุณาธิคุณ จากสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี องค์ประธานมูลนิธิโนวาร์ตีส 72 พรรษา ที่ ทรงพระราชทานทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรรวมถึงทุนวิทยานิพนธ์ ในระดับปริญญาโท สาขาการ จัดการความปลอดภัยอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยรู้สึก สำนึกในพระมหากรุณาธิคุณอย่างหาที่สุดมิได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการ วิจัย ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. อติศร เสวตวิวัฒน์, ดร.ระจิตร สุวานิช อาจารย์คณะ อดสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ และได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา สำหรับการ อนุเคราะห์สถานที่ในการทำการศึกษาวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้า บิดา มารดา และเพื่อนๆของ ข้าพเจ้าที่ช่วยเป็นกำลังใจทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิชญภา ศิริรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 มะนาวพันธุ์แป้น.....	6
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	6
2.1.2 การเพาะปลูกมะนาวพันธุ์แป้น.....	7
2.1.3 โรคและแมลงศัตรูพืชของมะนาวพันธุ์แป้น.....	7
2.2 สารเคมีกำจัดศัตรูพืช.....	7
2.2.1 ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้กับผักและผลไม้.....	8
2.2.2 สารกำจัดแมลงศัตรูพืช.....	9
2.2.3 การตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้ต่างๆ.....	12
2.2.4 ข้อกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดของวัตถุอันตราย ทางการเกษตรในมะนาว.....	16
2.2.5 การลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช.....	18
2.3 การล้างผักและผลไม้.....	18
2.4 ผลกระทบที่ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา.....	20
2.4.1 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วน พระองค์สวนจิตรลดา.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 กลไกการออกฤทธิ์และคุณสมบัติของสารที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ล้าง ผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา.....	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง.....	28
3.1 วัตถุประสงค์.....	28
3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ.....	28
3.3 สารเคมี.....	29
3.4 วิธีการทดลอง.....	30
3.4.1 การสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาว ที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวน พระองค์สวนจิตรลดา.....	30
3.4.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและ ผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบน ผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมไฮคาร์บอเนต.....	31
3.4.3 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอส บนผลมะนาว.....	32
3.4.4 ศึกษาการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการ สวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา.....	33
3.4.5 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	33
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	35
4.1 ผลการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช บนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา.....	35
4.1.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้น.....	35
4.1.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์แป้น.....	35
4.1.3 ผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้น.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอส ในผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต.....	41
4.2.1 ผลการเตรียมตัวอย่างมะนาวที่มีสารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว.....	41
4.2.2 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผัก และผลไม้ต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว.....	42
4.3 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอส บนผลมะนาว.....	47
4.4 ผลการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา.....	51
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	57
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	57
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	59
บรรณานุกรม.....	60
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ.....	65
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	66
ภาคผนวก ค ขั้นตอนการล้างผลมะนาวในระดับปฏิบัติการ.....	72
ประวัติผู้เขียน.....	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดของสารเคมีจำแนกตามสูตร โครงสร้างกลไกการออกฤทธิ์และความ เป็นพิษต่อร่างกาย.....	11
2.2 สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบการตกค้างมากที่สุดในผักและผลไม้ 6 อันดับ.....	13
2.3 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงสุดที่ตรวจพบ เกินค่า MRL ในผักและผลไม้ที่ปลูกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด.....	14
2.4 ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ของ ประเทศญี่ปุ่นไทย และสหภาพยุโรปในมะนาว.....	17
2.5 วิธีลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากสารป้องกันกำจัดแมลง 9 วิธี.....	19
2.6 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา.....	21
4.1 ผลการตรวจคุณลักษณะทางกายภาพของมะนาวพันธุ์เป็นจำแนกตาม แหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของ โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์.....	36
4.2 ผลการตรวจคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์เป็นจำแนกตามแหล่งรับเข้า ที่ใช้เป็นวัตถุดิบของ โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์.....	36
4.3 ผลการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit บนผลมะนาว พันธุ์เป็นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของ โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์.....	38
4.4 จำนวนตัวอย่างและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในมะนาวพันธุ์เป็น จากการส่งตรวจประจำปีจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของ โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์.....	39
4.5 ปริมาณการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสในตัวอย่างมะนาว.....	41
4.6 จำนวนตัวอย่างมะนาวที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสหลังจาก การล้างด้วยวิธีต่างๆที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที.....	43
4.7 แสดงลักษณะทางกายภาพของมะนาวหลังจากการล้างด้วยวิธีต่างๆ.....	46
4.8 จำนวนตัวอย่างมะนาวที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสหลังจาก การล้างด้วยวิธีต่างๆ ที่อัตราส่วนผลมะนาว 20, 30 และ 40 ผล ต่อปริมาตร 1.5 ลิตร.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ปริมาณสารคลอโรไฟริฟอสตกค้างที่ตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส) จากการล้างมะนาวด้วยวิธีการต่างๆ.....	49
4.10 ผลการตรวจคุณภาพน้ำกรองก่อนล้างน้ำกรองไหลผ่านและน้ำกรองหลังล้างผลมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา.....	50
4.11 จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาว หลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ในสภาวะความเข้มข้น 0.2 % นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล จากการปฏิบัติงานจริง.....	52
4.12 ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาวหลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในสภาวะความเข้มข้น 0.2 % นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล จากการปฏิบัติงานจริงตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส).....	53
4.13 ปริมาณสารคลอโรไฟริฟอสที่ตกค้างในผลมะนาวหลังผ่านการล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่สภาวะความเข้มข้น 0.2 % นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล.....	54
ภาคผนวกที่ ข. 1 แสดงวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารคลอโรไฟริฟอสด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit.....	70

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผลมะนาวพันธุ์แป้น	6
2.2 สูตรโครงสร้างของพอลิซอร์เบต	21
2.3 สูตรโครงสร้างของ Amino soap	22
4.1 การล้างวัตถุดิบมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาจากการปฏิบัติงานจริง	56
ภาคผนวกที่ ก.1 ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของมะนาว	65
ภาคผนวกที่ ก.2 มะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการตรวจด้วยสายตา (visual)	65
ภาคผนวกที่ ข.1 น้ำมะนาวสด	66
ภาคผนวกที่ ข.2 วัดค่าความเป็นกรดค้างน้ำมะนาวสด	66
ภาคผนวกที่ ข.3 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดน้ำมะนาวสด	67
ภาคผนวกที่ ข.4 ชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit	68
ภาคผนวกที่ ข.5 เปรียบเทียบสีน้ำยาในหลอดทดลองที่ตรวจพบสารพิษตกค้างในระดับต่างๆ	69
ภาคผนวกที่ ข.6 หลอดแก้วทดลอง 7 หลอด ก่อนใส่น้ำยาของชุดทดสอบสารพิษ GT - test kit	69
ภาคผนวกที่ ข.7 หลอดแก้วทดลอง 7 หลอด หลังใส่น้ำยาของชุดทดสอบสารพิษ GT - test kit	69
ภาคผนวกที่ ข.8 กราฟสมการเส้นตรงระหว่าง %Inhibition กับค่า Absorbance สุทธิ	71
ภาคผนวกที่ ข.9 เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า	72
ภาคผนวกที่ ค.1 สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส 40%	73
ภาคผนวกที่ ค.2 ขั้นตอนการเตรียมมะนาวที่มีสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว	73
ภาคผนวกที่ ค.3 น้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา	74
ภาคผนวกที่ ค.4 สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต	74
ภาคผนวกที่ ค.5 เชื้อวัตถุดิบมะนาวพันธุ์แป้นด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้	75
ภาคผนวกที่ ค.6 ล้างวัตถุดิบมะนาวพันธุ์แป้นด้วยน้ำกรองไหลผ่าน	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้เกินระดับมาตรฐานเป็นปัญหาที่ส่งสมมานานเนื่องจากเกษตรกรหลายประเทศทั่วโลกนิยมใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืชและควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้เป็นปกติ (วัชรรา ปิ่นทอง, 2543) และเกษตรกรผู้ใช้อาจขาดความรู้ความเข้าใจที่ดีในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทั้งในเรื่องของปริมาณการใช้และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว โดยในปี พ.ศ. 2561 ข้อมูลจากโครงการตรวจสอบเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ของประเทศไทย พบว่า ผักและผลไม้สดที่พบปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด 6 อันดับแรก ได้แก่ พริก ถั่วฝักยาว คะน้า ส้ม มะเขือ และมะเขือเทศ ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะพบสารกำจัดศัตรูพืช เช่น ไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) คาร์โบฟูราน (carbofuran) และ คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) มากที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2558) ปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้เกินมาตรฐาน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง อาการแสดงเฉียบพลันมีตั้งแต่ระดับเล็กน้อยจนรุนแรงถึงแก่ชีวิตขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้น ความเป็นพิษ และปริมาณของสารที่ได้รับ ส่วนอาการเรื้อรังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะสะสมในระบบต่างๆ มีผลต่อระบบประสาท และระบบพันธุกรรม (ปณิตา คุ่มผล, 2554) นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าหากได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสะสมในร่างกายมากขึ้นก็จะทำให้เกิดโรคมะเร็งเต้านม มะเร็งตับ มะเร็งปอด และมะเร็งเม็ดเลือดขาวในเด็ก ซึ่งจากข้อมูลทางวิชาการต่างๆ แสดงถึงความเป็นพิษต่อสุขภาพอย่างชัดเจนและทุกคนมีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ปณิตา คุ่มผล, 2554) โดยเฉพาะผู้ที่บริโภคผักและผลไม้ที่นิยมบริโภคสด เช่น มะนาว ส้ม มะเขือเทศ และกะหล่ำปลี เป็นต้น (สุวิทย์ วรรณศรี, 2552)

มะนาวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มะนาวพันธุ์แป้นเป็นพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้าและมีความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีกลิ่นหอม ผิวบาง และให้น้ำมะนาวมาก ในทุกระยะของการเจริญเติบโตของต้นมะนาวพันธุ์แป้น เกษตรกรจะมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายให้ต้นมะนาวเสียหาย (สุนัยวิทย์ พืชสวนพิจิตร, 2547) จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2551 มีการตรวจสอบสารพิษตกค้างของพืชแปลงในระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice : GAP) เขตจังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม พบว่า มะนาวเป็นพืชผลที่พบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสเฟต (organophosphate) ตกค้างในปริมาณที่สูงเกินค่าความปลอดภัย (ปริมาณต่ำสุดในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของชุดทดสอบเท่ากับ 15% ซึ่งเป็นปริมาณที่ทำให้ร่างกายเกิดอาการเป็นพิษเล็กน้อยจัดว่าไม่ปลอดภัย) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2552) มากถึง 50 - 75% ของตัวอย่าง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (The European Food Safety Authority : EFSA) รายงานผลการสุ่มตรวจยาฆ่าแมลงในสินค้าอาหารของสหภาพยุโรป พบว่าสินค้าที่ถูกตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างหลายชนิดในสินค้าชนิดเดียวกันมากที่สุดคือ มะนาวตรวจพบยาฆ่าแมลงมากถึง 56.6% ของตัวอย่าง (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554) นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2556 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 พบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) (สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต) ปริมาณ 0.09 - 1.09 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(mg/kg) ซึ่งเกินค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (จารุพงศ์ ประสพสุขและคณะ, 2557)

จากการสำรวจข้อมูลการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2558 พบว่า มีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในปริมาณที่สูงเกินค่าความปลอดภัยมากถึง 53.3% ของตัวอย่าง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวเป็นภายหลังการเก็บเกี่ยว การลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในฝักและผลไม้เช่นส้ม มะนาว มะเงื่อเทศ เป็นต้น สามารถทำได้หลายวิธีหลายขั้นตอน เช่น การลดปริมาณการใช้สารเคมีในระหว่างการปลูกและหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการล้างพีชผลด้วยวิธีต่างๆเพื่อกำจัดสารเคมีก่อนนำมาบริโภค (Fenik et al., 2011) ดังนั้นการล้างพีชผลจึงจำเป็นต่อการลดสารเคมีตกค้าง ซึ่งการล้างพีชผลด้วยน้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่ (Falbe, 1987) มีการนำสารเคมีและวิธีการต่างๆในการล้างพีชผล เช่น ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ล้างด้วยสารละลายด่างทับทิมและ ล้างโดยการสเปรย์น้ำส้มสายชูที่ผิวของพีชผล ซึ่งเหมาะสมสำหรับฝักและผลไม้ที่เป็นผลเรียบเนียน ล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิค (Anneli et al, 2007) ล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างฝักและผลไม้ที่จำหน่ายตามท้องตลาด (อเนก หาลีและรัชชัช สุภวิทิตพัฒนา, 2553) เป็นต้น เพื่อลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างและถึงสภปรกต่างๆให้หลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำ และทำให้การชะล้างมีประสิทธิภาพได้ดี (ทวีพร สุกใส, 2548) ซึ่งในปัจจุบันมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ล้างฝักและผลไม้ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและสะดวก (ปัทมา เสนทอง และคณะ, 2561) ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคในการทำความสะอาดฝักและผลไม้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำผลิตภัณฑ์ล้างฝักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย) มาใช้ในการล้างมะนาวพันธุ์แป้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์

ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา มีส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น อะมิโนโซป (amino soap) มีคุณสมบัติเป็นสารทำความสะอาด ช่วยให้คราบสิ่งสกปรกหลุด และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาด เป็นต้น นอกจากนี้จะมีสารทำความสะอาดเพื่อการล้างและจับกับสารพิษได้แล้ว ยังมีคุณสมบัติเป็นไฮโปอัลเลอร์เจนิค (hypoallergenic) ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองแก่ผิวผู้ใช้ และมีความปลอดภัยในการใช้ล้างผักและผลไม้ โดยความเข้มข้นของน้ำยาล้างผักและผลไม้เตรียมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แนะนำให้แช่ผักและผลไม้ในอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ต่อน้ำ 0.1 - 0.2% เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดไหลผ่าน เพื่อล้างน้ำยาล้างผักออกให้หมด (โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย) แต่ทั้งนี้ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ดัดนั้น ควรเลือกใช้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม เลือกใช้ความเข้มข้นในปริมาณที่น้อยแต่สามารถลดปริมาณสารพิษได้ดี เพื่อความประหยัดในการนำมาใช้งาน ส่วนระยะเวลาในการล้างมีผลต่อการลดปริมาณสารตกค้างได้เช่นกัน ระยะเวลาในการแช่ที่น้อยเกินไปอาจมีผลทำให้ปฏิกิริยาการล้างสารตกค้างได้ไม่เพียงพอ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาว เพื่อนำผลมะนาวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ที่มีคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต
- 1.2.3 เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนของจำนวนผลมะนาวของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวพันธุ์แป้นที่รับเข้าจากตัวแทนจำหน่ายทั้ง 3 แห่ง คือ สวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี ปากคลองตลาดและตลาดสี่มุมเมืองที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ในระหว่างปีพ.ศ. 2558 - 2560 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างมะนาวทันทีที่รับเข้ามาในวันนั้น นำมาตรวจคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีโดยการวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH), ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดซิตริก และวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้ทราบถึงแหล่งตัวแทนจำหน่ายที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด แล้วนำตัวอย่างมะนาวจากแหล่งตัวแทนจำหน่ายนั้น มาทำการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว โดยใช้มะนาวพันธุ์แป้นจากแหล่งรับเข้าที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุดนำมาล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในช่วง 0 - 0.2% เปรียบเทียบกับการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 0.05% ระยะเวลาที่แช่ 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ คัดเลือกผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่สภาวะความเข้มข้นและระยะเวลาที่ดีที่สุด โดยคำนึงถึงสภาวะความเข้มข้นและระยะเวลาที่สามารถลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสมากที่สุด จากนั้นนำมาศึกษาอัตราส่วนของจำนวนผลมะนาวที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมนำมาทำการทดลองล้างมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เก็บตัวอย่างมะนาวก่อนล้างและหลังล้าง ตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์แกนอโฟสเฟต ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit วัดค่าความเข้มข้นของสารด้วยเครื่องวัดค่าคุณคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรและคำนวณปริมาณการลดลงของสารคลอโรไพริฟอส ยืนยันผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาวที่ระดับห้องปฏิบัติการ โดยส่งตรวจที่สำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์โดยการวิเคราะห์ด้วย เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (gas chromatography - Mass spectrometry : GC-MS)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถทราบถึงข้อมูลแนวโน้มการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบในวัตถุดิบมะนาวที่รับเข้าจากตัวแทนจำหน่ายทั้ง 3 แห่ง คือ สวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี ปากคลองตลาดและตลาดสี่มุมเมืองได้ ทำให้สามารถเฝ้าระวังและป้องกันการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวได้ และสามารถทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วน

พระองค์สวนจิตรลดาที่เหมาะสมในการล้างเพื่อลดการตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผล
มะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์
ไรส์ให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะนาวแป้น

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะนาวแป้นไม้ผลยืนต้นขนาดเล็กชื่อสามัญว่า Lime จัดอยู่ในตระกูลส้ม (citrus fruit) ชนิดหนึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia Swingle* เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทยมากทั้งในแง่การใช้ประโยชน์และมีคุณค่ามากเช่นใช้ในการปรุงอาหารทำเป็นเครื่องดื่มใช้ประกอบเป็นยาแผนโบราณและตลาดมีความต้องการสูงตลอดทั้งปี (วิลาวัลย์ บุญย์ศุภาและคณะ, 2547) สายพันธุ์ของมะนาวที่นิยมปลูกในประเทศไทย ได้แก่ มะนาวไข่ มะนาวแป้น มะนาวหนัง มะนาวทราย เป็นต้น (ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, 2547)

มะนาวพันธุ์แป้น (ภาพที่ 2.1) เป็นพันธุ์ที่มีกลิ่นหอมมีผิวบาง คือ มีความหนาเปลือกเพียง 2 มิลลิเมตร มะนาวพันธุ์แป้นเป็นมะนาวพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์หนึ่งของไทยที่มีการปลูกแพร่หลายทั่วไป ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวนอน 5 - 6 เซนติเมตรเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวตั้ง 4-5 เซนติเมตร ตอนที่ยังอ่อนอยู่ผลจะมีสีเขียวพอแก่จัด จะกลายเป็นสีเหลืองผิวไม่เรียบมาก มะนาวพันธุ์แป้นจะให้น้ำได้เมื่อผลมีอายุ 1 เดือนขึ้นไปการเก็บเกี่ยวผลมะนาวพันธุ์แป้น จะทำเมื่อผลมะนาวมีอายุได้ประมาณ 14 - 15 สัปดาห์ ตั้งแต่ดอกบานจนผลแก่ระยะที่ผลเจริญเต็มที่ผิวจะมีสีเขียวปริมาณน้ำสูงและมีคุณภาพดี ถ้าเก็บเกี่ยวตอนที่ผลมะนาวมีสีเหลืองจะทำให้คุณภาพของน้ำมะนาวลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลิ่นและรสรวมถึงอายุการเก็บรักษา (วิลาวัลย์ บุญย์ศุภาและคณะ, 2547) แหล่งผลิตมะนาวที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ลพบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครปฐมสมุทรสาคร กาญจนบุรี และเชียงใหม่ (ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, 2547)



ภาพที่ 2.1 ผลมะนาวพันธุ์แป้น

2.1.2 การเพาะปลูกมะนาวพันธุ์แป้น

การปลูกมะนาวพันธุ์แป้นสามารถปลูกได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เช่น ดินเหนียว ดินทราย เป็นต้น แต่หากต้องการปลูกมะนาว ให้เจริญงอกงามดี มีผลดก และคุณภาพดี ควรจะปลูกในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี มีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่มาก และควรเลือกพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ฤดูกาลที่เหมาะสมในการปลูกมะนาว คือช่วงต้นฤดูฝน (รวิ เสธฐภักดี, 2553)

2.1.3 โรคและแมลงศัตรูพืชของมะนาวพันธุ์แป้น

การเจริญเติบโตของต้นมะนาวพันธุ์แป้นในระยะแรกจะมีการแตกใบอ่อนขึ้นมา ระยะนี้มักจะมีแมลงปากดูดต่างๆเช่น เพลี้ยกระโดด เพลี้ยไฟ ไรแดง เป็นต้น ที่จะเข้ามาทำลายใบอ่อน โดย การกัดกินคุณน้ำเลี้ยงซึ่งจะทำให้ใบอ่อนของต้นมะนาวพันธุ์แป้นเสียหาย ต่อมาระยะที่สอง จะเริ่มมี ใบแผ่ขยายเห็น ได้ชัดเจนพร้อมทั้งก้านจะเริ่มยาวขึ้น ใบจะเริ่มบางลง เป็นช่วงออกดอกและติดผลอ่อน ระยะนี้ต้องมีการค้ำกิ่งให้กับต้นมะนาว เพื่อป้องกันกิ่งฉีก หัก หรือฉีกขาดโดยเฉพาะช่วงติดผล และยังช่วยลดความเสียหายจากโรคและแมลงได้ (ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ, 2554) ในระยะนี้จะมีหนอนชอนใบเดินไปตามส่วนต่างๆของใบเป็นรอยให้เห็นอย่างชัดเจน หากปล่อยให้เมื่อใบแก่จะพบว่าใบจะม้วนจากด้านข้างเข้ามาและใบเริ่มแห้ง การเจริญเติบโตระยะสุดท้าย ใบจะเป็นเพลาด (ใบเริ่มแก่) ในระยะนี้เป็นระยะที่ปลอดภัยจากศัตรูพืชที่จะทำลายชูดใบของมะนาวชูดนั้นๆให้เสียหายถาวรแล้ว จะมีบ้างก็จะเป็นแมลงปีกแข็งที่กินใบ เช่น แมลงค่อมทอง แมลงเต่าทอง หนอนผีเสื้อ เป็นต้น เป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลมะนาว ถ้าต้องการให้ได้ผลมะนาวที่มีคุณภาพ ไม่บอบช้ำ ควรใช้ตะกร้อหวาย ในการเก็บเกี่ยว ควรเก็บในขณะที่ผลเริ่มแก่โดยสังเกตจากขั้วของผลเริ่มมีสีเหลืองเล็กน้อยผิวเปลือกจะเรียบบางใส จะเห็นว่าในทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นมะนาวพันธุ์แป้นจะมีศัตรูพืชเข้ามาทำลายให้ต้นมะนาวเสียหาย ไม่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ดังนั้นในทุกระยะของการเจริญเติบโตของต้นมะนาวพันธุ์แป้น เกษตรกรจะมีการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในทุกระยะการเจริญเติบโต ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรนิยมใช้กับต้นมะนาวพันธุ์แป้น เช่น คาร์บาริล (cabaryl) เมตามิโดฟอส(methamidophos) คาร์โบซัลแฟน(cabosulfan) เมโทมิล(methomy1) คลอร์ไพริฟอส (chlorpyfos) และ โพรฟีโนฟอส (profenofos) เป็นต้น (อรรถศิษฐ์ วงศ์ณีโรจน์, 2553)

2.2 สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (pesticide) หมายถึงสารเคมีสังเคราะห์ที่มีวัตถุประสงค์ในการกำจัด ขับไล่ หรือหยุดยั้งการเจริญเติบโตของศัตรูพืช ไม่ว่าจะเป็นแมลง วัชพืช โรคพืชหรือสิ่งที่จะทำลายให้ผลเกิดความเสียหายโดยทั่วไปเรียกว่ายาฆ่าแมลงหรือยาฆ่าหญ้าตามวัตถุประสงค์ของการใช้แต่คำว่า “ยา” อาจเป็นการสร้างความสับสนต่อผู้ใช้เพราะสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นสารเคมีอันตรายทั้งต่อ

สุขภาพและสิ่งแวดล้อมต้องมีการใช้อย่างระมัดระวังเพราะในปริมาณน้อยนิคสารเคมีเหล่านี้ก็สามารถทำให้เกิดอาการพิษต่างๆหรือแม้แต่การเสียชีวิตได้ (อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ , 2553)

2.2.1 ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้กับผักและผลไม้ โดยทั่วไปสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแบ่งตามกลุ่มเป้าหมายของศัตรูพืช ได้แก่

1. สารกำจัดแมลงศัตรูพืช (Insecticides) เป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่มีวัตถุประสงค์ในการกำจัด ขั้วใบ หรือหยุดยั้งการเจริญเติบโตของศัตรูพืช ไม่ว่าจะเป็นแมลง วัชพืช โรคพืช หรือสิ่งที่จะทำลายให้พืชผลเกิดความเสียหาย เป็นสารเคมีที่มีการใช้ในการกำจัดแมลงมากในปัจจุบัน (แสง โฉม ศิริพานิช, 2556)

2. สารกำจัดวัชพืช (Herbicides) หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า “ยาฆ่าหญ้า” ในประเทศไทยมีใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากแรงงานในภาคเกษตรกรรมมีลดลง จึงจำเป็นต้องนำสารเคมีเข้ามาทดแทนมากขึ้น ขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาสารเคมีกลุ่มนี้ออกมาจำหน่ายในท้องตลาดเพิ่มมากขึ้น โดยมีการปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่เฉพาะเจาะจงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่มของสารเคมีกำจัดวัชพืชหลายแบบ เช่น การแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมดินก่อนปลูกพืช (pre-planting), สารเคมีที่ใช้หลังหว่านพืช (pre-emergence) และสารเคมีที่ใช้หลังจากพืชงอกขึ้นดินแล้ว (post-emergence) หรือแบ่งตามกลไกการเกิดพิษต่อพืช ได้แก่ สารเคมีที่มีฤทธิ์เฉพาะเจาะจงในการทำลายพืชบางชนิด (selective), สารเคมีที่ทำลายพืชเมื่อสัมผัสถูกใบ (contact) และสารเคมีที่ทำลายพืชเมื่อถูกดูดซึมเข้าไปในระบบลำเลียงน้ำและอาหารของพืช (translocated) นอกจากนี้ยังมีการแบ่งตามโครงสร้างของสารเคมี

3. สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) เป็นสารป้องกันและกำจัดเชื้อรา นำมาใช้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาการติดเชื้รราในพืชและผลผลิตจากพืช เช่น เมล็ดพืช ชนิดต่างๆ ผลไม้หลายชนิดที่อยู่ในระหว่างการเก็บรักษาก่อนการนำออกขาย สารกำจัดเชื้อราที่มีใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด โดยมีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆกัน เช่น สารประกอบพวกทองแดง ซัลเฟอร์ รวมถึงสารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ต่างๆ ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความเป็นพิษที่เกิดขึ้น

4. สารกำจัดหนูและสัตว์แทะ (Rodenticides) เป็นสารที่ใช้ในการป้องกันและกำจัด สัตว์ฟันแทะ ซึ่งสัตว์ฟันแทะเป็นในศัตรูพืชที่มักก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตร และภายในบ้านเรือน อีกทั้งยังเป็นพาหะในการนำโรค เช่น โรคเลปโตสไปโรซิส (leptospirosis) เป็นโรคติดต่อกันจากสัตว์มาสู่คน โดยในปัจจุบันสารเคมีที่มักนำมาใช้ในการกำจัดสัตว์ฟันแทะได้แก่ ซิงค์ฟอสไฟด์ (zinc phosphide) สารต้านการแข็งตัวของเลือดกลุ่มวาร์ฟาริน (warfarin) สารกลุ่มที่มีวิตามินดี 3 (vitamin D3) เป็นส่วนประกอบ เป็นต้น ดังนั้นสารกำจัดหนูทุกชนิดเป็นสารอันตราย จึงควรให้ความระมัดระวังเมื่อต้องนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สารกำจัดแมลงศัตรูพืช (Insecticides)

ในปัจจุบัน ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีอยู่จำนวนมากมาย หลากหลายชนิด และยังเป็น ที่นิยมใช้ในเกษตรกร เนื่องจากความสะดวกสบายในการใช้งานและผลของสารเคมีที่สามารถกำจัด ศัตรูพืชได้อย่างรวดเร็ว จึงมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มในการใช้เพิ่มขึ้น ทุกปี (กัลยาณี จันธิมา, 2554) สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีการนำเข้า และเป็นสารเคมีการเกษตรที่มี จำนวนชนิดมากที่สุด คือ สารกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามชนิดของสารเคมี ได้ 4 กลุ่ม คือ (อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, 2553)

1. กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) สารกลุ่มนี้เป็นสารที่มีฟอสฟอรัสเป็น องค์ประกอบที่สำคัญ และเป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำ สลายตัวได้ง่ายในธรรมชาติ จึงมีพิษตกค้าง น้อย มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้สูง บางชนิดมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อย บางชนิดก็มีความเป็นพิษต่อคน และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง โดยมีความเป็นพิษต่อการทำงานของ เอนไซม์ในระบบประสาท คือ โคลินเอสเตอเรส (cholinesterase) บางชนิดสามารถถูกดูดซึมอยู่ใน พืชได้นาน มีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ สำหรับการนำไปใช้ทั้งในบ้านเรือนและ อุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ของสารในกลุ่มนี้มีการนำไปใช้เพื่อเป็นสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชชนิด ต่างๆ สารในกลุ่มนี้บางชนิดยังมีการนำไปใช้ด้วยวัตถุประสงค์อื่นๆที่หลากหลาย เช่น พาราไธออน (parathion) , มาลาไธออน (malathion) , คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) , อีไธออน (ethion) เป็นต้น

2. กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate) สารกลุ่มนี้เป็นเอสเทอร์และมีไนโตรเจนเป็นองค์ ประกอบสำคัญ ละลายได้ดีในสารละลายอินทรีย์ (organic solvent) บางชนิดละลายได้ดีในน้ำ ส่วน ใหญ่สารกลุ่มนี้ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลง เชื้อโรคพืช และหอยต่างๆ มีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต คือ ไม่สะสมในสิ่งมีชีวิต และมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลิน เอสเตอเรส (cholinesterase) สามารถถูกดูดซึมอยู่ในพืชได้นาน มีสารพิษต่างๆ เช่น คาร์บาริล (carbaryl) , คาร์โบฟูราน (carbofuran) , เมโทมิล (methomyl) เป็นต้น

3. กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) สารกลุ่มนี้เป็นกลุ่มของสารเคมีที่มีความ หลากหลายโดยส่วนประกอบของ ไฮโดรเจน คาร์บอนและคลอรีน ซึ่งสารเคมีในกลุ่มนี้หลายชนิด ในปัจจุบันถูกระงับการใช้อันเนื่องมาจากความเป็นพิษที่สูงและการตกค้างสะสมในสภาวะแวดล้อม เป็นเวลานาน ทั้งนี้สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการละลายในไขมันได้ดีมาก และเกิดการ สลายตัวช้า จึงพบการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและมีความเสี่ยงสูงในการปนเปื้อนในห่วง โซ่อาหาร

4. สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Synthetic pyrethroids) เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ มี คุณสมบัติ สลายตัวได้ง่ายเป็นสารที่มีพิษตกค้างน้อยที่สุด มักใช้ร่วมกับสารกำจัดแมลงชนิดอื่นๆ ได้แก่ ไพรีทริน (pyrethrins) , เรสเมทรีน (resmethrin) และไซเพอเมทรีน (cypermethrin) เป็นต้น

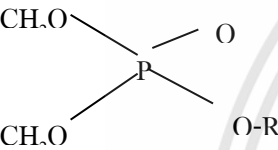
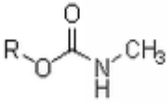
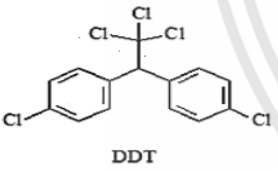
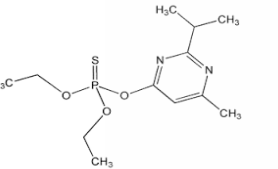
ปัจจุบันสารกลุ่มนี้ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ทั้งทางการเกษตรและทางสาธารณสุข โดยนิยมใช้สารกลุ่มนี้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์กำจัดยุงและแมลงในบ้านเรือน

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นชนิดที่มีปริมาณการใช้มากและมักทำให้ผู้ใช้เกิดการเจ็บป่วย สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรและครัวเรือน ช่วยให้ปริมาณและคุณภาพของพืชผลและอาหารเพิ่มขึ้นและช่วยในการกำจัดแมลงหรือหนู สามารถจำแนกแบ่งเป็นกลุ่มของสารเคมีตามสูตร โครงสร้าง กลไกการออกฤทธิ์ และความเป็นพิษของสารเคมีต่อร่างกายตามตารางที่ 2.1 ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ชนิดของสารเคมีจำแนกตามสูตร โครงสร้าง กลไกการออกฤทธิ์ และความเป็นพิษต่อร่างกาย

ชื่อกลุ่มทางเคมี	โครงสร้างทางเคมี	ตัวอย่างสารพิษ	ผลต่อสุขภาพ	ความเป็นพิษต่อ
1. กลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟต (Organophosphate)		Monocrotophos Methyl Parathion Ethyl parathion Methamidophos Chlorpyrifos	จะมีผลต่อเอนไซม์ของร่างกาย เรียกว่าเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase) เป็นตัวเพิ่มควบคุมการส่งกระแสไฟฟ้าจากเส้นประสาทไปยังกล้ามเนื้อและต่อมต่างๆ ในร่างกาย	- ระบบประสาท - ระบบไหลเวียนโลหิต - ระบบทางเดินอาหาร - ระบบจักษุ
2. กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)		Aldicarb Carbofuran Methomyl	สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase) ทำให้เกิดการสะสมของที่รอยต่อประสาทระหว่างเซลล์ประสาทรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อ	- ระบบทางเดินหายใจ - ระบบผิวหนัง - ระบบประสาท
3. กลุ่มออร์กาโน คลอรีน (Organochlorine)		Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT)	มีพิษหรือสามารถทำอันตรายต่อระบบประสาทซึ่งสารเหล่านี้จะไปขัดขวางการไหลของประจุไฟฟ้าเข้าไปยังเนื้อเยื่อของเซลล์ประสาทมีอาการชัก(convulsion) และตายได้	- ระบบทางเดินหายใจ - ระบบผิวหนัง - ระบบประสาท
4. กลุ่มไพริทอยด์ (Pyrethroids)		Deltamethrin Permethrin Resmethrin	ออกฤทธิ์โดยตรงที่เซลล์ประสาทในรายที่ได้รับจำนวนมาก จะทำให้เกิดการชักกระตุก และเป็นอัมพาต ซึ่งสารเคมีในกลุ่มนี้มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง	- ระบบประสาท - ระบบทางเดินหายใจ

ที่มา : ดัดแปลงจาก กิจชัย ศิริวัฒน์ (2555)

2.2.3 การตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้ต่างๆ

กรมวิชาการเกษตร (2551) ตรวจสอบสารพิษตกค้างของพืชแปลงในระบบการปฏิบัติการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice : GAP) เขตจังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 2,611 ตัวอย่าง (ข้อมูลเดือนมกราคม 2548 ถึง กันยายน 2551) ทำการวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ ออร์กาโนฟอสเฟต ออร์กาโนคลอรีน คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์ พบว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างรวม 492 ตัวอย่าง (18.8%) และในจำนวนนี้พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงเกินค่าความปลอดภัย 225 ตัวอย่าง (45.7%) ชนิดพืชที่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงเกินค่าความปลอดภัย เช่น สะระแหน่ ชะพลู มะนาว ผักกาดหัว ลิ้นจี่ และชมพู เป็นต้น พบการตกค้างมากถึง 50 ถึง 75% ของตัวอย่าง (ค่าความปลอดภัยกำหนดโดยปริมาณต่ำสุดในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของชุดทดสอบเท่ากับ 15% ซึ่งเป็นปริมาณที่ทำให้ร่างกายเกิดอาการเป็นพิษเล็กน้อยจัดว่าไม่ปลอดภัย) (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (European Food Safety Authority : EFSA) รายงานผลการสุ่มตรวจยามาแมลงในสินค้าอาหาร ของสหภาพยุโรปประจำปี พ.ศ. 2552 มีการสุ่มเก็บตัวอย่างสินค้าอาหารตลอดปี พ.ศ. 2552 ใน 27 ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป รวมถึงประเทศเพื่อนบ้าน EFTA ได้แก่ ไอซ์แลนด์ และนอร์เวย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภคในเรื่องของยามาแมลงตกค้างจากการบริโภคสินค้าอาหารที่วางจำหน่ายในสหภาพยุโรป ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สินค้าอาหาร 97.4 % มียามาแมลงตกค้างถูกต้องตามค่าอนุโลมตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit : MRLs) ที่สหภาพยุโรปกำหนด ส่วนสินค้าที่ถูกตรวจที่มีปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างหลายชนิดในสินค้าชนิดเดียวกันมากที่สุด คือ ผลไม้กลุ่ม ส้ม มะนาว (citrus fruit) มากถึง 56.6% องุ่นเพื่อรับประทาน 55.5% และสตรอเบอรี่ 53.3% ตามลำดับ (ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด MRLs ของสหภาพยุโรป แสดงดังตารางที่ 4)

จากข้อมูลการรายงานการตรวจสอบและเฝ้าระวังของ 3 หน่วยงาน คือ สำนักงานมาตรฐานเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ระบบการเตือนภัยอาหารและอาหารสัตว์ของสหภาพยุโรป (Rapid Alert for Food and Feed System : RASFF) และเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thailand Pesticide Alert Network : Thai-PAN) โดยคัดเลือกจากข้อมูลการตกค้างล่าสุด 2 ปี (พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2557) ยกเว้นของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ที่ใช้ข้อมูลผลการตรวจปี พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2558 ได้มีการจัดอันดับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างมากที่สุดในผักและผลไม้ ทำโดยการรวมจำนวนตัวอย่างการพบการตกค้างเกินค่ามาตรฐานของสารแต่ละชนิด นำมารวมกันแล้วเรียงตามลำดับตามชนิดของสารที่สุ่มพบมากที่สุดไล่ลงไปสู่ที่สุ่มพบน้อยที่สุด พบว่า

สารที่พบมากที่สุด 6 อันดับแรก ได้แก่ ไซเพอร์เมทริน คลอไพริฟอส โพรฟีโนฟอส โอเมโทเอท คาร์โบฟูรานและ เมโทมิล ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบการตกค้างมากที่สุดในผักและผลไม้ 6 อันดับ

ชื่อสาร	กลุ่มสาร	มกอช.	ThaiPAN	RASFF	รวม
		2556-57 (จำนวนต.ย.)	2557-58 (จำนวนต.ย.)	2556-57 (จำนวนต.ย.)	
ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin)	ออร์กาโนฟอสเฟต	61	33	0	94
คลอไพริฟอส (Chlorpyrifos)	ออร์กาโนฟอสเฟต	65	24	2	91
โพรฟีโนฟอส (Profenofos)	ออร์กาโนฟอสเฟต	28	11	3	42
โอเมโทเอท (Omethoate)	ออร์กาโนฟอสเฟต	17	4	4	25
คาร์โบฟูราน (Carbofuran)	คาร์บาเมต	7	10	3	20
เมโทมิล (Methomyl)	คาร์บาเมต	9	6	4	19

ข้อมูลจาก : หน่วยงาน มกอช. (2557), RASFF ของสหภาพยุโรป (2557) และ Thai-PAN (2558)
นำมาดัดแปลงจาก สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2558)

นอกจากนี้สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ (2557) วิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม บึงกาฬ มุกดาหาร เลย สกลนคร หนองคาย หนองบัวลำภู และอุดรธานี มีการสำรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ทำการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ ออร์กาโนฟอสเฟต ออร์กาโนคลอรีน คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์ ระหว่างปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2556 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ พบว่าใน พ.ศ. 2554 จากตัวอย่างผักและผลไม้จำนวน 905 ตัวอย่าง ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 173 ตัวอย่าง (19.1%) และพบปริมาณเกินค่า MRLs 13 ตัวอย่าง (1.4%) ชนิดพืชที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจพบ คือ กะหล่ำปลี ขึ้นฉ่าย ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว ผักชี มะเขือ หอมหัวใหญ่ พริก มะม่วง และ ลำไย เมื่อต่อมาปี พ.ศ. 2555 จากตัวอย่างผักและผลไม้จำนวน 1,027 ตัวอย่าง ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 272 ตัวอย่าง (26.5%) และตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างปริมาณเกินค่า MRLs 18 ตัวอย่าง (1.8%) พืชที่ตรวจพบสารคือ ดอกกะหล่ำ ขึ้นฉ่าย แดงกวา พริก หอมหัวใหญ่ มะม่วง และ ถั่วฝัก และเมื่อในปี พ.ศ. 2556 จากตัวอย่างจำนวน 1,103 ตัวอย่าง ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 332 ตัวอย่าง (30.1%) และตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชปริมาณเกินค่า MRLs 24 ตัวอย่าง (2.2%) ชนิดพืชที่ตรวจพบ คือ ดอกกะหล่ำ ขึ้นฉ่าย คะน้า ผักชี ผักแพว พริก มะนาว เห็ด และหอมหัวใหญ่ (ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด MRLs ของประเทศไทย และสหภาพยุโรป แสดงดังตารางที่ 4) ซึ่งปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงสุดที่ตรวจพบเกินค่า MRLs ในชนิดพืชที่ตรวจพบ ระหว่างปี พ.ศ. 2554 - 2556 แสดงได้ดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงสุดที่ตรวจพบเกินค่า MRL ในผักและผลไม้ที่ปลูกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด

ปี พ.ศ. 2554		ปี พ.ศ. 2555		ปี พ.ศ. 2556	
ผักและผลไม้	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	ผักและผลไม้	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	ผักและผลไม้	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)
กะหล่ำปลี	คลอร์ไพริฟอส (2.2)	ดอกกะหล่ำ	เมโทมิล (0.08-0.75)	ดอกกะหล่ำ	คลอร์ไพริฟอส (0.03-2.72)
ขึ้นฉ่าย	คลอร์ไพริฟอส (0.02-0.47)	ขึ้นฉ่าย	คลอร์ไพริฟอส (0.04-0.07)	ขึ้นฉ่าย	คลอร์ไพริฟอส (0.01-0.73)
ถั่วฝักยาว	คลอร์ไพริฟอส (0.01-2.43)	แตงกวา	คาร์บาริล (4.31)	ผักคะน้า	โพรพิโนฟอส (0.14-0.42)
ผักกาดขาว	คลอร์ไพริฟอส (1.09)	พริก	คลอร์ไพริฟอส (0.01-0.96)	ผักชี	คลอร์ไพริฟอส (0.17-3.54)
มะเขือ	คลอร์ไพริฟอส (0.01-2.43)	หอมหัวใหญ่	ไซเพอร์เมทริน (0.05-1.91)	ผักแพว	คลอร์ไพริฟอส (0.04-0.06)
พริก	คลอร์ไพริฟอส (0.01-0.55)	มะม่วง	เมโทมิล (0.02-0.17)	พริก	คลอร์ไพริฟอส (0.01-0.73)
มะม่วง	คลอร์ไพริฟอส (0.02-0.08)	ถั่วฝัก	คาร์บาริล (0.05-1.03)	มะนาว	คลอร์ไพริฟอส (0.09-1.09)

ที่มา : ดัดแปลงจาก จารุพงศ์ ประสพสุขและคณะ (2557)

* หมายเหตุ: ค่าต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ (Limit of detection) 0.001 mg/kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ของกรมวิชาการ เกษตรมีการตรวจพบสารเคมีตกค้างสูงเกินค่าความปลอดภัยในมะนาวมากถึง 50 ถึง 75 % ของตัวอย่างมะนาวทั้งหมด ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2552 สินค้าทางการเกษตรของประเทศไทยที่ส่งออกไปยังกลุ่มสหภาพยุโรป ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดตกค้างในสินค้ามะนาวมากถึง 56.6 % ของตัวอย่างมะนาวทั้งหมด และระหว่างปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556 ที่ผ่านมา ข้อมูลจาก สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 วิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เพื่อการรับรองระบบ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด ผล พบว่า ข้อมูลในปี พ.ศ. 2556 ตัวอย่างมะนาวที่เก็บมาจากแปลง มีการตรวจพบสาร คลอร์ไพริฟอส ตกค้างในมะนาวเกินค่า MRLs ปริมาณที่พบ 0.09-1.09 mg/kg และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่ พบมากที่สุดระหว่างปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2556 ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส (ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด MRLs ของ ประเทศไทย และสหภาพยุโรป แสดงดังตารางที่ 2.4) (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 ผลการตรวจวัดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างของเครือข่ายเตือนภัย สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai - PAN) มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้จากซูเปอร์มาร์เก็ต 4 แห่ง ห้าง ค้าปลีกขนาดใหญ่ 3 แห่ง รวมทั้งตลาดสดค้าปลีกและค้าส่งในเชียงใหม่ ขอนแก่น ปทุมธานี สงขลา และราชบุรี แห่งละ 15 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 150 ตัวอย่าง แบ่งเป็นผักตลาด คือ กะเพรา พริกแดง คื่นช่าย ถั่วฝักยาว กะหล่ำปลี มะนาว ผักพื้นบ้าน คือ ใบบัวบก ชะอม ตำลึง สายบัว และผลไม้ คือ องุ่น แก้วมังกร มะละกอ กล้วย มะพร้าว สับปะรด ผลการตรวจ พบว่ามีสารพิษปนเปื้อนในผักตลาดสูง เกินมาตรฐานที่ว่าถึง 64% ในผักพื้นบ้านยอดนิยม 43% และในผลไม้ 33% ตามลำดับ โดยเฉพาะผัก และผลไม้ที่มีความเสี่ยงสูงมาก คือ ถั่วฝักยาว คื่นช่าย กะเพรา ใบบัวบก พริกแดง องุ่น และแก้วมังกร และเมื่อในปี พ.ศ. 2561 เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ในปีนี้มีเป้าหมายการ เฝ้าระวังการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินหรือผักไฮโดรโปนิคส์ โดยเก็บ ตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์จำนวน 30 ตัวอย่างจากตลาดและห้างทั้งในกรุงเทพฯและต่างจังหวัด ผล การวิเคราะห์พบว่าผักจำนวน 19 ตัวอย่าง พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินมาตรฐาน หรือคิด เป็น 63.3% ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด โดยพบผักที่ไม่มีการตกค้างเลย 8 ตัวอย่าง และพบว่า ตกค้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน 3 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการตกค้างของผักและผลไม้ทั่วไป จาก การสำรวจและวิเคราะห์เมื่อปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมา พบว่ามีการตกค้างสูงกว่า โดยผักทั่วไปพบการ ตกค้างเกินมาตรฐาน 54.4% ตรวจพบสารพิษตกค้าง 25 ชนิด เช่น สารกำจัดวัชพืช (herbicide) 1 ชนิด สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) 6 ชนิด ได้แก่ สารกำจัดแมลงและไร (insecticide and acaricide) รวม 18 ชนิด แบ่งเป็นกลุ่ม คาร์บาเมต 2 ชนิด กลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต 3 ชนิด

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้จาก แปลงปลูก โรงงานคัดตัดแต่ง และจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ โดยในปี พ.ศ. 2561 กรมวิชาการเกษตร

โครงการตรวจสอบเฟ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้จากโรงคัดบรรจุผักผลไม้ ทั้งหมด 715 ตัวอย่าง ผลการตรวจผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 85.6% ส่วนตัวอย่างในจุดจำหน่ายและจุดบริโภค มีการเก็บตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้า 1,317 ตัวอย่าง ตลาดค้าส่งและตลาดสด 481 ตัวอย่าง และจากครัวโรงพยาบาล 162 ตัวอย่าง ผลการตรวจพบว่าตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้า นั้น สินค้าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 86.4% สินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานผ่านเกณฑ์ 71.8% ตลาดค้าส่งและตลาดสด ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 64.9% ครัวโรงพยาบาล ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 77.8% และมีการเก็บตัวอย่างจากแปลงที่มีการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) จำนวน 2,007 ตัวอย่าง แปลงที่อยู่ระหว่างการตรวจรับรองมาตรฐานการปฏิบัติที่ดีทางการเกษตร (GAP) จำนวน 2,372 ตัวอย่าง ผลการตรวจพบว่า ตัวอย่างที่เก็บจากแปลงเกษตรกรที่ได้รับการรับรอง GAP ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 93.7% ส่วนแปลงที่อยู่ระหว่างขอรับการรับรอง GAP ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 91% ซึ่งทั้งสองแหล่งมีผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกัน เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP โดยจะมีเกณฑ์ที่ควบคุมดูแลการใช้สารเคมีอย่างเข้มงวด ทั้งนี้ อาจยังมีเกษตรกรบางรายที่พบการใช้สารเคมีไม่ถูกต้องอยู่ ซึ่งกรมวิชาการเกษตรจะแจ้งผลการตรวจพบที่เกินมาตรฐานและแจ้งเตือนเกษตรกรให้ปรับปรุง พร้อมเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

จากข้อมูลการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้ปีที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี นั่นจึงเป็นข้อมูลที่ทำให้เห็นว่า ผักและผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาจากไร่ ยังคงมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ เมื่อผู้บริโภคได้รับปริมาณสารเพิ่มขึ้นอาจทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

2.2.4 ข้อกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดของวัตถุอันตรายทางการเกษตรในมะนาว

ในการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร จะมีค่ามาตรฐานค่าหนึ่งที่ถูกใช้เป็นเกณฑ์ คือ ค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด หรือ Maximum Residue Limits (MRLs) ซึ่งค่า MRLs ที่ใช้ในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าของตนเอง จากการเทียบเคียงกับค่ามาตรฐาน Codex MRLs และประเทศอื่นๆ ประกอบกัน ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติของประเทศไทย ได้ออกประกาศกำหนด เรื่อง สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด มีข้อกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในมะนาว ตามวัตถุอันตรายทางการเกษตร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) ซึ่งปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ของ ประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรปในมะนาวที่สามารถยอมรับได้ แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ของ ประเทศญี่ปุ่น ไทย และสหภาพยุโรป
ในมะนาว

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) (mg/kg)		
	ญี่ปุ่น	ประเทศไทย	สหภาพยุโรป
ไดไทโอคาร์บาเมต (Dithiocarbamates)	ไม่ได้กำหนด	2	ไม่ได้กำหนด
โพรฟีโนฟอส (Profenofos)	0.05	0.05	ไม่ได้กำหนด
เมโทมิล (Methomyl)	10	1	ไม่ได้กำหนด
อะบาเม็กติน (Abamectin)	ไม่ได้กำหนด	1	ไม่ได้กำหนด
อีไทออน (Ethion)	5	1	ไม่ได้กำหนด
คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos)	1	ไม่ได้กำหนด	0.3
พิริมิฟอส เมทิล (Pirimiphos-methyl)	5	ไม่ได้กำหนด	1
ออกซามิล (Oxamyl)	5	ไม่ได้กำหนด	0.01
เบนโนมิล (Benomyl)	3	ไม่ได้กำหนด	0.7
ไดเมโทมอร์ฟ (Dimethomorph)		ไม่ได้กำหนด	0.01
คาร์โบฟูแรน (Carbofuran)	0.2	ไม่ได้กำหนด	0.01
เมทธิโอคาร์บ (Methiocarb)	0.05	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
ไดเมโทเอต (Dimethoate)	2	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
มาลาไทออน (Malathion)	0.05	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
พาราไทออน (Parathion)	0.05	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
คาร์บาริล (Cabaryl)	7	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin)	2	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด
เอนโดซัลแฟน (Endosulfan)	0.5	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด

ที่มา : คัดแปลงจาก สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

การลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิธีการลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสามารถทำได้หลายวิธีหลายขั้นตอน เริ่มได้ตั้งแต่ขั้นตอนการปลูก การเก็บเกี่ยวพืชผลจากไร่ มาถึงขั้นตอนการจำหน่ายจนถึงมือผู้บริโภค โดยการลดปริมาณการใช้สารเคมีในระหว่างการเพาะปลูก และหลังการเก็บเกี่ยว ต้องมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในช่วงเวลาที่เหมาะสม มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะแหล่ง การให้ความรู้ความเข้าใจแก่เกษตรกรในเรื่องการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้ถูกต้อง การเก็บเกี่ยวพืชผลให้อยู่ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด (Fenik et al., 2011) แต่การลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในช่วงระหว่างการเพาะปลูกและหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ยากเนื่องจากเกษตรกรจะต้องเก็บเกี่ยวให้ได้ผลผลิตตามเวลาที่ต้องการ ต้องให้ผลผลิตออกมาสวยงามไม่มีรอยกัดแทะของแมลง จำหน่ายได้ราคาดี จึงมีวิธีการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยการล้างผักและผลไม้ เพื่อกำจัดสารเคมีก่อนนำมาบริโภค เป็นวิธีการที่ผู้บริโภคสามารถทำได้ง่าย ในปัจจุบันมีวิธีการล้างผักและผลไม้หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน จะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผักและผลไม้ชนิดนั้น

2.3 การล้างผักและผลไม้

การล้างผักและผลไม้เป็นการทำความสะอาดก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงอาหาร เพื่อช่วยลดปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่มากับผักและผลไม้ให้มีปริมาณลดน้อยลง ให้ความมั่นใจในการรับประทานผักผลไม้อย่างปลอดภัย

การล้างผักและผลไม้ขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยหลักที่สัมพันธ์กัน คือ ชนิดของผลผลิต วิธีการล้าง และชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้าง ซึ่งเป็นเรื่องยากที่ผู้บริโภคจะสามารถรู้ได้ว่าผักหรือผลไม้ที่ซื้อมานั้นมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตและตกค้างในผลผลิตกี่ชนิดและมีปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆเท่าไร เพื่อเลือกวิธีลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างนั้นๆ ได้อย่างเหมาะสม ความรู้เกี่ยวกับการล้างผักและผลไม้เป็นทางออกของผู้บริโภคที่สามารถลดผลกระทบจากปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับหนึ่ง ในขณะเดียวกันผู้บริโภคก็ควรทราบด้วยว่าวิธีการล้างผักและผลไม้หลากหลายวิธีนั้นมีข้อจำกัดอะไรบ้างและสารพิษชนิดใดที่ไม่สามารถลดการตกค้าง ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถหาทางออกในการบริโภคผักและผลไม้ได้อย่างปลอดภัยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การล้างผักและผลไม้ด้วยน้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการล้างสารเคมีที่ตกค้างอยู่ (Falbe, 1987)

การล้างผักและผลไม้มีอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะใช้วิธีใดก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมเป็นหลัก เช่น การแช่น้ำ การล้างโดยน้ำไหลผ่านโดยเด็ดผักเป็นใบๆ การปอกเปลือกแล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาด การลวกหรือต้มผัก หรือการใช้เกลือปนละลายใน

น้ำแล้วนำมาล้างผักและผลไม้ หลังจากนั้นค่อยนำไปปรุงอาหาร หรือนำไปแช่เก็บไว้ในตู้เย็น เป็นอีกวิธีที่สามารถช่วยลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผักและผลไม้ได้ (อนเนก ฮาลี และ ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา, 2553) อาจมีการใช้สารทำความสะอาดชนิดต่างๆ เช่น การใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต สารละลายด่างทับทิม (อนเนกฮาลี และ ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา, 2553) เป็นต้น จากข้อมูลในเอกสารประกอบการประชุมการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ประจำปี 2558 แสดงวิธีลดสารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดแมลง 9 วิธี ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 วิธีลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากสารป้องกันกำจัดแมลง 9 วิธี

วิธีลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง	ปริมาณสารพิษที่ลดลง (ขึ้นอยู่กับชนิดผักและผลไม้)
1. โซเดียมไบคาร์บอเนต (เบคกิ้งโซดา) 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอุ่น 1 กะละมัง แช่นาน 15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง	90-95 %
2. น้ำส้มสายชูที่มีกรดน้ำส้มความเข้มข้น 5% ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:10 แช่นาน 10-15 นาทีแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด	60-84 %
3. ล้างผักโดยน้ำไหลผ่าน โดยเด็ดผักเป็นใบๆ ใส่ตะแกรง โปรงเปิดน้ำให้แรงพอประมาณ ใช้มือช่วยคลี่ใบผักและถูไปมาบนผิวใบของผักผลไม้ นานประมาณ 2 นาที	26-63 %
4. ลอกหรือปอกเปลือกชั้นนอกของผักออกทิ้ง เด็ดผักเป็นใบๆ แล้วแช่น้ำสะอาด นาน 5-15 นาที	27-72 %
5. ต้มหรือลวกผักด้วยน้ำร้อน	48-50 %
6. ใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 1 ช้อนชา ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่นาน 10 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด	35-50 %
7. ใช้ด่างทับทิม 20 - 30 เกล็ด ผสมน้ำ 1 กะละมัง แช่นาน 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด	35-43 %
8. ใช้เกลือป่น 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 1 กะละมัง แช่นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดทันที	27-38 %
9. แช่น้ำยาล้างผักนาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง	22-36 %

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงสาธารณสุข (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ขายตามท้องตลาดต่างๆ สามารถนำมาใช้ล้างผักและผลไม้เพื่อลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ หาซื้อได้ง่าย ใช้งานง่าย มีหลากหลายยี่ห้อ ซึ่งคุณสมบัติทั่วไปของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ควรมี ได้แก่ (Falbe, 1987)

1. มีประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดได้ดี
2. ไม่เหลือสารตกค้างไว้บนผิว
3. ง่ายต่อการจัดการหรือนำมาใช้
4. มีกลิ่นที่น่าพอใจทั้งในขณะล้างและภายหลังการล้าง
5. ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
6. สามารถเก็บรักษาไว้ได้ในระยะหนึ่งและมีราคาที่เหมาะสม

ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ดีนั้น ควรคัดเลือกจากความเข้มข้นที่มีความสามารถในการลดสารตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ดี เลือกใช้ความเข้มข้นในปริมาณที่น้อย แต่ก็ยังลดปริมาณสารพิษได้ดี เพื่อความประหยัดในการนำมาใช้งาน ซึ่งตามฉลากแนะนำของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ล้างพืชผลที่วางขายตามท้องตลาดส่วนใหญ่ ให้ใช้ความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ คือมีค่าเพียงแค่ 0.075% ถ้าเพิ่มความเข้มข้นลงไปอาจเพิ่มประสิทธิภาพการล้างได้ดีกว่าเดิม ส่วนระยะเวลาในการใช้ล้างมีผลต่อการลดปริมาณสารตกค้างได้เช่นกัน ระยะเวลาในการแช่ที่น้อยเกินไปอาจมีผลทำให้ทำปฏิกิริยาล้างสารฆ่าแมลงตกค้างได้ไม่เพียงพอแต่ถ้าแช่ระยะเวลานานไปก็อาจไม่เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้เวลาที่เหมาะสมและเพียงพอจึงจะเกิดประโยชน์ต่อการลดสารตกค้างได้ (ทวีพร สุทธิสุข, 2548) ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ผลิตขึ้นเพื่อช่วยกำจัดและลดปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง การล้างผักสดและผลไม้ควรล้างด้วยน้ำอย่างน้อยสามครั้ง หรือร่วมกับการใช้น้ำยาล้างผักอื่นๆ เพื่อช่วยกำจัดและลดปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากขึ้น

2.4.1 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา มีส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น อะมิโนโซป (amino soap) มีคุณสมบัติเป็นสารทำความสะอาด ช่วยให้คราบสิ่งสกปรกหลุด และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาด เป็นต้น นอกจากนี้จะมีสารทำความสะอาดเพื่อการล้างและจับกับสารพิษได้แล้ว มีคุณสมบัติเป็นไฮโปอัลเลอร์เจนิค (hypoallergenic) ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองแก่ผิว และมีความปลอดภัยในการใช้ล้างผักและผลไม้ นอกจากนี้ยังมีกลไกการออกฤทธิ์ และคุณสมบัติของสารที่สำคัญ ดังตารางที่ 2.6

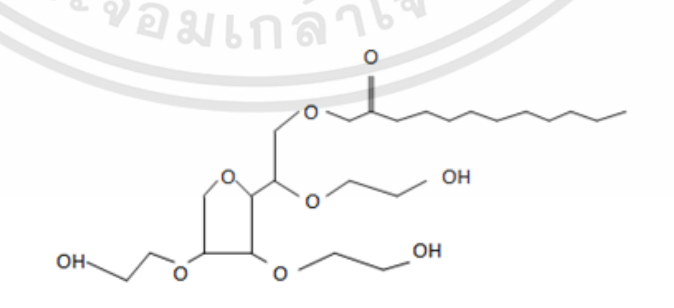
ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา*

ส่วนประกอบ	คุณสมบัติของสารที่สำคัญ
น้ำกลั่น (DI-water)	เป็นตัวทำละลาย
อะมิโนโซป (Amino soap)	สารทำความสะอาด ช่วยให้คราบสิ่งสกปรกหลุด
พอลิซอร์เบต (Polysorbate)	สารช่วยทำความสะอาดและสารลดแรงตึงผิว
อีดีทีเอ ไทลอนบี (EDTA Trilon B)	ช่วยจับโลหะหนักในน้ำ
โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	ฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาด
โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate)	สารกันบูด
สี (1% solution)	ช่วยให้เกิดสีต้องการ

หมายเหตุ : *ผลิตโดย โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา, วังสวนจิตรลดา ประเทศไทย

2.4.2 กลไกการออกฤทธิ์และคุณสมบัติของสารที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

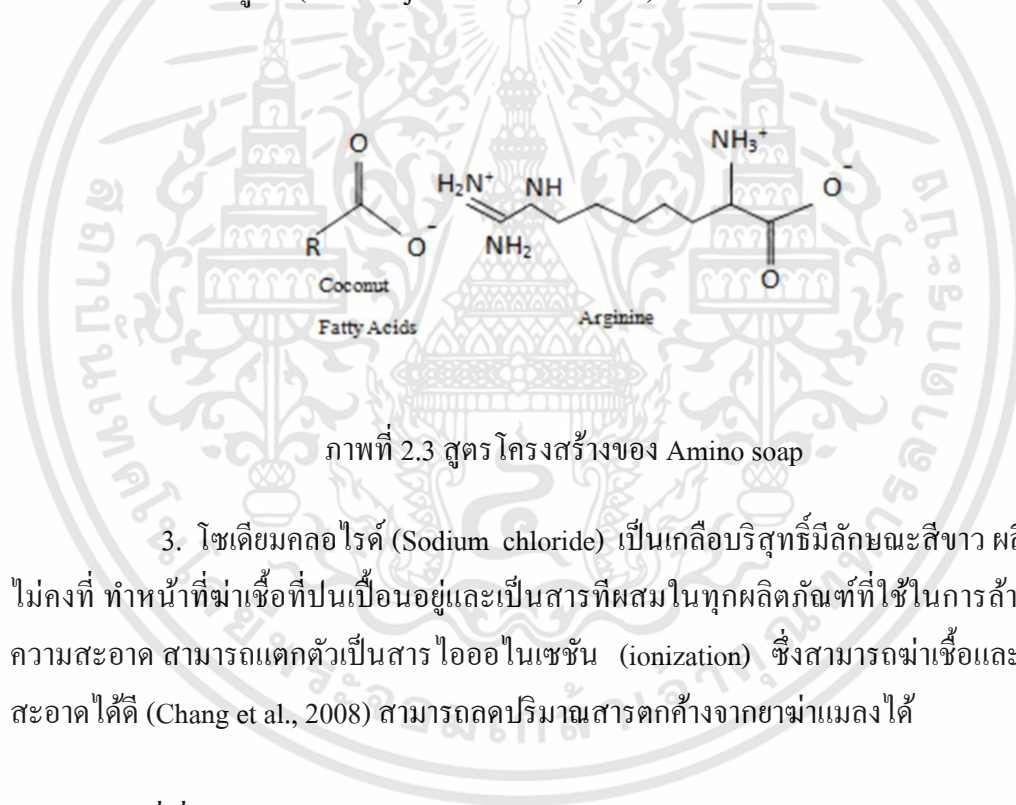
1.พอลิซอร์เบต (Polysorbate) (ภาพที่ 2.2) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุสารชนิดนี้เมื่อละลายน้ำแล้วจะไม่แตกตัวจึงไม่มีประจุ คุณสมบัติของสารกลุ่มนี้จะแตกต่างกันไป ตั้งแต่ละลายน้ำได้ จนไม่ละลายน้ำ ช่วยทำให้ฟองคงสภาพ เป็นสารหลักที่สำคัญในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อการล้าง มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยขั้วที่ชอบจับกับน้ำ (hydrophilic) และขั้วที่ไม่ชอบจับกับน้ำ (hydrophobic) มีความสามารถจับกับสารพิษได้เป็นอย่างดี ทำให้สารพิษและสิ่งสกปรกหลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำ ทำให้การชะล้างมีประสิทธิภาพได้ดี (Schein, 1987) มีความปลอดภัยสูงมาก นิยมใช้ผสมในผลิตภัณฑ์อาหารหรือเครื่องสำอาง



ภาพที่ 2.2 สูตร โครงสร้างของพอลิซอร์เบต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อะมิโนโซป (Amino soap) (ภาพที่ 2.3) เป็นสารที่มีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวของ กรดไขมันน้ำมันมะพร้าว (coconut Fatty Acids) และแอล อาร์จีนิน (L-arginine) ซึ่งสารกลุ่มนี้มีทั้งประจุบวกและลบอยู่ในโมเลกุลเดียวกัน เมื่อละลายน้ำจะแสดงประจุขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยถ้าสภาพแวดล้อมเป็นกรดก็จะแสดงประจุบวก ถ้าสภาพแวดล้อมเป็นด่างก็จะแสดงประจุลบ คุณสมบัติหลักของสารกลุ่มนี้คือ สามารถทนน้ำกระด้าง อ่อนละมุนต่อผิว มีคุณสมบัติการเกิดป้องกันไฟฟ้าสถิต และให้ความนุ่มได้ โดยช่วยให้ฟองสบู่ที่ได้นุ่ม และละเอียดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังให้ความอ่อนนุ่มแก่ผิว โดยช่วยให้ผิวไม่แห้งตึงหลังอาบน้ำหรือล้างหน้า เป็นสารทำความสะอาดอย่างอ่อนๆ มีความสามารถจับกับสารพิษได้เป็นอย่างดี ทำให้สารพิษและสิ่งสกปรกหลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำทำให้การชะล้างมีประสิทธิภาพได้ดี (Schein, 1987) นอกจากนี้ยังเป็น ไฮโปอัลเลอร์เจนิค (hypoallergenic) ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองแก่ผิว ล้างออกง่าย รวดเร็ว และสมบูรณ์ (บริษัท Ajinomoto จำกัด, 2557)



ภาพที่ 2.3 สูตร โครงสร้างของ Amino soap

3. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) เป็นเกลือบริสุทธิ์ที่มีลักษณะสีขาว ผลึกโปร่งไม่คงที่ ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่และเป็นสารที่ผสมในทุกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการล้างหรือทำความสะอาด สามารถแตกตัวเป็นสาร ไอออนไนเซชัน (ionization) ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อและทำความสะอาดได้ดี (Chang et al., 2008) สามารถลดปริมาณสารตกค้างจากยาฆ่าแมลงได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้มียานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาถึงการลดสารตกค้างจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้ ด้วยวิธีการล้างต่างๆที่เหมาะสม เช่น การล้างผักและผลไม้ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ทางการค้าที่สามารถลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

ทวีพร สุกใส (2548) ศึกษาผลของการใช้สารเคมีบางชนิดเพื่อใช้ล้างผลผลิตต่อการลดปริมาณสารฆ่าแมลงที่ตกค้างในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง เพื่อหาปริมาณการใช้สารเคมีบางชนิด ที่ใช้ล้างส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ในการลดสารเมโทมิล (methomyl) และไดเมทโทเอท (dimethoate) โดยนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลส้มจากไร่เกษตรกรที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกผลที่สม่ำเสมอไม่มีบาดแผล แบ่งส้มเป็นกลุ่มๆเพื่อการทดลอง นำผลส้มจากไร่มาให้ได้รับสารเมโทมิล และ ไดเมทโทเอท ด้วยการนำผลส้มมาซุบสารฆ่าแมลงทั้ง 2 กลุ่ม ความเข้มข้นสาร 400 ppm นาน 1 นาที ผึ่งให้แห้ง 1 วัน เพื่อให้สารตกค้างที่เปลือก นำผลส้มมาล้างด้วยสารเคมีที่ปลอดภัยประเภท GRAS เช่น โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride), โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate), โพแทสเซียมไพโรฟอสเฟต (potassium pyrophosphate), โซเดียมซิเตรท (sodium citrate), ซิตริกแอซิก (citric acid) และ ออร์โทฟอสฟอริกแอซิก (orthophosphoric acid) อัตราส่วนน้ำล้างต่อส้ม 1:5 ล้างที่อุณหภูมิห้อง นำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีเมโทมิล และ ไดเมทโทเอท ด้วยวิธี GT pesticides test kit ผลการวิจัย พบว่าสารที่นำไปล้างผลส้มแล้วสามารถลดปริมาณสารเมโทมิล และ ไดเมทโทเอท ได้ดีที่สุดคือ ส่วนผสมของโพแทสเซียมไพโรฟอสเฟต 8 กรัม/ลิตร , โซเดียมคลอไรด์ 8 กรัม/ลิตร และ ออร์โทฟอสฟอริกแอซิก 8 กรัม/ลิตร ซึ่งสามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ 46.1%

อนเนก ฮาลี และ ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา (2553) ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) และ น้ำยาล้างผักทางการค้า 3 ชนิดในการลดปริมาณเมโทมิล (methomyl) ในผักคะน้า มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) และน้ำยาล้างผักทางการค้า 3 ชนิดคือ โซเดียมไบคาร์บ, เหมวดี และ เซนต์แอนดิว โดยนำผักคะน้าที่สุ่มมาจากแปลงปลูกแบ่งเป็น 6 ส่วนส่วนละ 1 กิโลกรัม ส่วนที่ 1 คือผักคะน้าที่ไม่ล้าง ส่วนที่ 2 แช่ในสารละลาย $KMnO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.1% อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเตรียมโดยใช้น้ำอุ่น ส่วนที่ 3 แช่ในสารละลาย $KMnO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.1% อุณหภูมิห้อง อีก 3 ส่วนแช่ในน้ำยาล้างผักทางการค้า โซเดียมไบคาร์บ, เหมวดี และ เซนต์แอนดิว ความเข้มข้นตามผู้ผลิตแนะนำ โดยแช่ในอัตราส่วนผักต่อสารละลายน้ำยาล้างผักเป็น 1 :15 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นาน 15 นาที จากนั้นนำคะน้ามาล้างผ่านน้ำไหลนาน 15 วินาที ผึ่งลมให้แห้งนำไปตรวจวิเคราะห์หาเมโทมิล ด้วยเครื่อง high Performance Liquid chromatography (HPLC) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผัก ผลการวิจัยพบว่าการใช้สารละลายด่างทับทิมความเข้มข้น 0.1% อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโทมิลในผักคะน้าได้ดีที่สุดคือ 68.69% รองลงมาคือน้ำยาล้างผักทางการค้า เซนต์แอนดิว, เหมวดี และ โซเดียมไบคาร์บ ซึ่งสามารถลดปริมาณเมโทมิล ได้ 52.15, 49.36 และ 46.56% ตามลำดับ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2562) ทำการพัฒนาและออกแบบเครื่องล้างมะนาวเพื่อช่วยล้างให้มะนาวสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อนจากสารเคมีต่างๆ โดยใช้ระบบลูกกลิ้ง น้ำฉีดพ่น มีแปรงขนไนลอนเป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำความสะดวกหมุนขัดด้วยระบบโซ่เฟือง ใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า กำลังผลิตประมาณ 20,000 - 30,000 ผลต่อชั่วโมง เริ่มจากเทมะนาวลงในถังรับ ซึ่งผสมน้ำยาคลอรีนหรือน้ำยาฆ่าเชื้อ จากนั้นสายพาน

ลำเลียงส่งไปยังลิ้นแปรง ซึ่งมีน้ำฉีดพ่นที่ผลมะนาว ระบบฉีดล้างสามารถถอดล้างออกได้ง่าย ลดปัญหาการอุดตันจากตะกอน สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ผลมะนาวที่ผ่านการล้างมีความสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน พร้อมสำหรับในการนำไปแปรรูปอุตสาหกรรมอาหารต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์นำไปใช้ล้างกับผลไม้ตระกูลส้มต่างๆ และผลไม้ทรงกลมอื่นๆ ได้

รามศ กรณีย์ (2559) ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างเพื่อลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักสด 4 วิธี ได้แก่ การแช่น้ำธรรมดา นาน 10 นาที แล้วล้างผ่านน้ำอีกครั้ง ล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 1 ซ้อนโต๊ะต่อน้ำอุ่น 10 ลิตร นาน 10 นาที แล้วล้างผ่านน้ำอีกครั้ง ล้างด้วยด่างทับทิม 20 - 30 เกร็ดต่อน้ำอุ่น 10 ลิตร นาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำส้มสายชู 5% ต่อ น้ำอุ่น 10 ลิตร นาน 10 นาที ใช้สารเคมี 3 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมท และ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ผลการวิจัย พบว่า การล้างด้วยวิธีใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตมีประสิทธิภาพในการขจัดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักคะน้า ผักกวางตุ้งและผักกาดขาวปลีได้ถึง 71.9, 74.2 และ 74.6% ตามลำดับ รองลงมาคือการล้างด้วยวิธีล้างด้วยน้ำธรรมดาในการขจัดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักคะน้า ผักกวางตุ้งและผักกาดขาวปลี คิดเป็น 49.7, 53.9 และ 52.2% ตามลำดับ สำหรับวิธีที่มีประสิทธิภาพในการขจัดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมากที่สุดคือ วิธีการล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตในการขจัดผักคะน้า ผักกวางตุ้งและผักกาดขาวปลี คิดเป็น 34.2, 41.1 และ 48.1% ตามลำดับ สรุปได้ว่าวิธีการล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบวิธีการล้างทั้ง 4 วิธี

สัณหจุทา ลัญพั้งและประชุมพร เลาห์ประเสริฐ (2560) ศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารเมโทมิลในถั้วฝักยาวโดยการแช่น้ำที่มีสารสกัดมาจากรางจืดและย่านางในรูปแบบสดและแห้งและวิธีการสกัดด้วยน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ 70% รวมสารสกัดทั้งสิ้น 8 ชนิด คือ ใบย่านางสดที่สกัดด้วยน้ำ ใบรางจืดที่สกัดด้วยน้ำ ใบย่านางสดที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ใบรางจืดที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ใบย่านางแห้งที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ใบรางจืดแห้งที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ใบย่านางแห้งที่สกัดด้วยน้ำและใบรางจืดแห้งที่สกัดด้วยน้ำ โดยใช้สารสกัดทั้ง 8 ชนิด ปริมาตร 15 มิลลิลิตรต่อน้ำประปา 1 ลิตร นาน 5 นาที แล้วนำมาล้างผ่านน้ำอีก 15 วินาที ผึ่งลมให้แห้ง ผลการทดลองพบว่าหลังจากการแช่ถั้วฝักยาวด้วยสารสกัดที่มาจากรางจืดและย่านางแล้ว ปริมาณการลดลงของสารเมโทมิลที่แช่ด้วยสารสกัดย่านางแห้งที่สกัดด้วยน้ำ มีปริมาณการลดลงของสารเมโทมิลมากที่สุด ตามด้วยสารสกัดย่านางแห้งที่สกัดด้วยน้ำ และน้ำประปา มีค่า 83.03, 55.00 และ 46.60% ตามลำดับ

ปัทมา เสนทองและคณะ (2561) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาล้างผัก 3 ยี่ห้อในการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและลดปริมาณฟอร์มาลินที่ตกค้างในผัก 5 ชนิด คือ กะหล่ำปลี ถั้วฝักยาว มะเขือเปราะ โหระพา และพริกชี้ฟ้า จากตลาดสด 1 แห่ง และห้างสรรพสินค้า 1 แห่ง ในอำเภอ

เมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยน้ำยาล้างผัก 3 ยี่ห้อที่มีจำหน่าย ยี่ห้อแรกมีส่วนประกอบของอะมิโนโซป (amino soap) และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ยี่ห้อที่ 2 มีส่วนประกอบของโซเดียมลอเรทซัลเฟต (sodium lauryl ether sulfate) และอาคิลโพลีไกลโคไซด์ (alkyl polyglycoside) และยี่ห้อที่ 3 มีส่วนประกอบของโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) และแอคทีฟคาร์บอน (activated carbon) ผลการศึกษาพบว่า ผักทั้ง 5 ชนิด พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเมต ชนิดคาร์โบฟูราน (cabofuran), คาร์บาริล (carbaryl) และคลอร์ไพริฟอส (chlorfenvinphos) และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ชนิด เอลดริน (endrin), ดีดีที (DDT) และเอนโดรซัลฟาน (endrosulfan) นอกจากนี้ยังตรวจพบฟอร์มาลินตกค้างในผักทั้ง 5 ชนิด ซึ่งมะเขือเปราะมีปริมาณฟอร์มาลินตกค้างมากที่สุด ทั้งนี้ น้ำยาล้างผักทั้ง 3 ยี่ห้อสามารถล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฟอร์มาลินที่ตกค้างในผักได้ โดยน้ำยาล้างผักยี่ห้อที่ 1 และ 2 สามารถล้างสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟส คือ คาร์โบซัลฟานได้ ส่วนน้ำยาล้างผักยี่ห้อที่ 3 สามารถล้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเมต คือ คลอร์ไพริฟอส และคาร์บาริลได้ แต่น้ำยาล้างผักทั้ง 3 ยี่ห้อ ไม่สามารถล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนได้ เนื่องจากสารในกลุ่มนี้มีความคงทนสูงและละลายตัวช้า และผักที่ผ่านการล้างด้วยน้ำยาล้างผักยี่ห้อที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณฟอร์มาลินลดลงได้สูงสุด 20, 21 และ 24% ตามลำดับ ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกใช้น้ำยาล้างผักให้เหมาะสมกับชนิดของผัก

Anneli และคณะ (2007) ศึกษาประสิทธิภาพและวิธีการต่างๆ ในการลดปริมาณการตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชในผลส้มที่วางขายตามซูเปอร์มาร์เก็ต มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการต่างๆ ในการลดสารไทเบนดาโซล (thiabendazole) และ ไอมาซาลิล (imazalil) ที่ตกค้างในผลส้ม และเพื่อทดสอบว่าสารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้จะปนเปื้อนอยู่ในผลส้มหรือ เปลือกของส้มหรือไม่ โดยนำส้มที่วางขายจากซูเปอร์มาร์เก็ต อัตราส่วนผลส้มต่อน้ำที่ล้าง 1:10 นำไปตรวจวิเคราะห์หาสารไทเบนดาโซล และสารไอมาซาลิล ด้วยวิธี Liquid Chromatography - mass Spectrometry (LC-MS) ผลการวิจัยพบว่า สารไทเบนดาโซล และ สารไอมาซาลิล ที่ตกค้างอยู่ที่ผลส้มก่อนล้างมีปริมาณสาร 0.28 และ 0.93 mg/kg ตามลำดับ เมื่อนำมาลดปริมาณสารไทเบนดาโซล และ สารไอมาซาลิล ตกค้างด้วยวิธีการล้าง 5 วิธี คือ ล้างด้วยน้ำเย็น อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส, ล้างด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส, ล้างด้วยน้ำยาล้างผัก 0.1% นาน 15 นาที, ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน 0.1% นาน 15 นาที และล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิค 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ผลพบว่า ทั้ง 5 วิธี สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ทั้งหมด แต่ยังมีเหลือปริมาณสารไทเบนดาโซล ตกค้างอยู่ที่ 0.24, 0.00, 0.00, 0.13 และ 0.13 mg/kg ตามลำดับ ส่วนสารไอมาซาลิล พบปริมาณสารตกค้างที่ 0.58, 0.56, 0.67, 0.92 และ 0.44 mg/kg ตามลำดับ

Rawn และคณะ (2008) ศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (organophosphate) ในแอปเปิ้ล โดยเก็บตัวอย่าง แอปเปิ้ลจากไร่หลังจากการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตวันที่ 21, 45, และ 96 ตามลำดับ นำแอปเปิ้ลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกนำแอปเปิ้ลผ่านการล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วปอกเปลือก กลุ่มที่ 2 นำแอปเปิ้ลผ่านการล้างน้ำสะอาดอย่างเดียวที่อุณหภูมิห้อง อัตราส่วนน้ำที่ใช้ล้างต่อผลแอปเปิ้ล 1:5 วิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ลดลงด้วยวิธี Gas Chromatography (GC) ผลการวิเคราะห์พบว่า การล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วปอกเปลือก สามารถลดปริมาณสารตกค้างลงได้ 74.5 - 97.9% ขณะที่การล้างเพียงอย่างเดียวสามารถลดปริมาณสารเคมีลงได้เพียง 13.5 - 28.7% เท่านั้น

Jung และคณะ (2011) ศึกษาประสิทธิภาพในการลดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและเชื้อจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงสารต้านอนุมูลอิสระในผลส้ม โดยวิธีการล้างด้วยเครื่องล้าง, ล้างด้วยเครื่องล้างหลังจากแช่ด้วยน้ำอเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด, ล้างด้วยน้ำยาล้างผัก และล้างด้วยน้ำประปาเป็นตัวควบคุม ผลพบว่า หลังจากการล้างด้วยวิธีล้างด้วยเครื่องล้าง ล้างด้วยเครื่องล้างหลังจากแช่ด้วยน้ำอเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด พบเชื้อจุลินทรีย์ 3.71 และ 2.66 log CFU / g ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างผัก พบเชื้อจุลินทรีย์ 5.77 log CFU / g แสดงให้เห็นว่าการล้างด้วยเครื่องล้างและการล้างด้วยเครื่องล้างหลังจากแช่ด้วยน้ำอเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลส้มได้มากกว่าการล้างด้วยน้ำยาล้างผัก ส่วนผลของการกำจัดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พบว่า การล้างด้วยวิธีล้างด้วยเครื่องล้างหลังจากแช่ด้วยน้ำอเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด สามารถลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้สูงสุดถึง 70.5 - 98.1% ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการล้างด้วยวิธีล้างด้วยเครื่องล้างหลังจากแช่ด้วยน้ำอเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผลส้ม

Whangchai และคณะ (2011) ศึกษาผลของไอโซนต่อการลดสารตกค้างจากยาฆ่าแมลงในลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ ใช้ลิ้นจี่ที่แก่จัดในระยะตัดจำหน่าย เปลือกผลมีสีแดงทั้งผล เลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยช้ำและตำหนิจากโรคและแมลง ของสวนเกษตรกรในเขตอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลายคลอรีไพริฟอส (chlorpyrifos) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) มาจุ่มสาร คลอรีไพริฟอส ความเข้มข้น 40 กรัม : น้ำ 20 ลิตร นาน 10 นาที และผึ่งให้แห้งก่อน จากนั้นนำไปลดปริมาณสารคลอรีไพริฟอส ด้วยวิธีการรมด้วยก๊าซไอโซนความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 10 นาที และแช่น้ำไอโซนอัตรา 1,000 มิลลิกรัม นาน 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 10, 20, 30 และ 60 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit พบว่าประสิทธิภาพของไอโซนต่อการลดปริมาณสารคลอรีไพริฟอส ที่เวลา 10 นาที ไม่สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ เมื่อเวลา 20, 30 และ 60 นาที สามารถลดปริมาณสารได้ 29.37, 39.14 และ 64.47% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yuncheng และคณะ (2012) ศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกระบวนการผลิตน้ำส้มทางการค้า ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการล้างผลส้มตรวจพบการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเปลือก 43.6 - 85.4% ต่อมาขั้นตอนการคั้นน้ำส้มมีการตรวจพบการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 1 - 4.5% และตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกากส้ม 7 - 94.7% และขั้นตอนหลังจากการฆ่าเชื้อน้ำส้ม ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชการตกค้างเพียง 0.5 - 3.1% ส่วนสารพิษที่มีการตรวจพบในระหว่างขั้นตอนการผลิตน้ำส้ม คือ ไซเปอร์เมททริน (cypermethrin), โพรคลอราซ (prochloraz) คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และ อะบาเม็กติน (Abamectin) เป็นต้น

Bozena และคณะ (2015) ศึกษาการล้างสตอเบอรี่เพื่อลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 16 ชนิด โดยวิธีการล้างด้วยการจุ่มน้ำ นาน 15 วินาที ล้างด้วยน้ำไอโซน 1,000 มิลลิกรัม นาน 30 นาที ล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิค และการต้มน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที วิเคราะห์ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธี Gas Chromatography (GC) ผลพบว่า การล้างด้วยน้ำไอโซนมีปริมาณการลดลงของสารเคมีจาก 36.1 เป็น 75.1% มากกว่าการล้างด้วยน้ำประปาซึ่งลดลงจาก 19.8 เป็น 68.1% ส่วนการต้มน้ำลดลงจาก 42.8 เป็น 92.9% การล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิคสามารถลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้มากที่สุด 91.2% จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการล้างสตอเบอรี่ด้วยวิธีการล้างด้วยเครื่องอัลตราโซนิคสามารถลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้าง 16 ชนิด ได้ดีที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุดิบ

3.1.1 มะนาวพันธุ์แป้นผลที่แก่จัดในระยะพร้อมจำหน่ายขนาดเบอร์ 3 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 - 4.3 เซนติเมตร) ได้รับความจากตัวแทนจำหน่าย 3 แหล่ง คือ จากสวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี ปากคลองตลาด และตลาดสี่มุมเมือง เก็บตัวอย่างในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2558 - 2560 เพื่อใช้ในการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

3.1.2 มะนาวพันธุ์แป้นโดยใช้ผลที่แก่จัดในระยะพร้อมจำหน่ายขนาดเบอร์ 3 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 - 4.3 เซนติเมตร) ได้รับความจากปากคลองตลาด จัดเก็บวัตถุดิบทั้งหมดที่ห้องเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาการล้างเพื่อลดสารคลอรีนฟิฟอสในผลมะนาว

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์

3.2.1.1 กระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร (Whatman, USA)

3.2.1.2 กรวยแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร (Glass funnel)

3.2.1.3 กะละมังสเตนเลสทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร

3.2.1.4 กะละมังสเตนเลสเจาะรูทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร

3.2.1.5 ขวดพลาสติกพร้อมฝา ขนาด 30 มิลลิลิตร

3.2.1.6 ตะกร้าพลาสติกใส่ผลไม้หูลึก ขนาด 56×36×32 เซนติเมตร

3.2.1.7 ถังพลาสติกใสชนิดโพลีเอทิลีน (polypropylene) ขนาด 7×11 นิ้ว

3.2.1.8 ทิวางหลอดทดสอบสเตนเลส (Test tube) ขนาด 4×5 ช่อง

3.2.1.9 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.1.10 ปิปेट (Graduated pipette) หลายปริมาตร

3.2.1.11 ผ้าขาวบาง

3.2.1.12 หลอดทดลองพร้อมฝา (Test tube with cap) ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.1.13 อ่างพลาสติกทรงวงรี ขนาด 77×108×28 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2.1.14 อุปกรณ์อื่นๆ ในชุดตรวจสอบสารพิษตกค้าง GT-pesticide test kit (GTtestkit, Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องมือ

- | | |
|--|--------------------|
| 3.2.2.1 เครื่องวัดค่าดูดกลืนคลื่นแสง (Spectrophotometer) | (Entech, Germany) |
| 3.2.2.2 เครื่องปั๊มลม (Air Compressor Pump) | (Hanna, Thailand) |
| 3.2.2.3 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Balance) | (Gragon, Thailand) |
| 3.2.2.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) | (Hanna, Thailand) |
| 3.2.2.5 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) | (Hanna, Thailand) |
| 3.2.2.6 รีแฟรกโตมิเตอร์ (Hand refractometer 0-33 °Brix) | (Hanna, Thailand) |
| 3.2.2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) | (Mettler, Germany) |

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 กรดเอทิลีนไดอามีนเตตราอะซีติก (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) (Labvalley, Thailand)
- 3.3.2 ชุดน้ำยาตรวจสอบสารพิษตกค้าง GT-Test kit (GTtestkit, Thailand)
- 3.3.3 ชุดน้ำยาตรวจค่าคลอรีน (free chlorine) HI3831F (Hanna, Thailand)
- 3.3.4 น้ำกลั่น (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย)
- 3.3.5 น้ำกรอง (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย)
- 3.3.6 ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ชื่อการค้า ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้, โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย)
- 3.3.7 สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) 40 เปอร์เซ็นต์ (%) (ชื่อการค้า คลอร์ไพริฟอส 40, เอราวัน, ประเทศไทย)
- 3.3.8 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) (McGarrett, Thailand)
- 3.3.9 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 % (phenolphthalein) (Labvalley, Thailand)
- 3.3.10 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) (Labvalley, Thailand)
- 3.3.11 สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution) (Labvalley, Thailand)
- 3.3.12 แอลกอฮอล์ 95% (งานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

3.4.1.1 การเก็บตัวอย่าง

โรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา รับประทานวัตถุดิบมะนาวพันธุ์เป็นจากตัวแทนจำหน่าย 3 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2558 - 2560 จากสวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี 66 ตัวอย่าง ปากคลองตลาด 70 ตัวอย่าง และตลาดสี่มุมเมือง 19 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างทั้งหมด 155 ตัวอย่าง เมื่อมีการรับวัตถุดิบเข้ามาจะนำมาผสมรวมกันและชั่งน้ำหนัก ทำการเก็บตัวอย่างทุก lot ของวัตถุดิบที่มีการรับเข้าแล้วนำมาตรวจสอบทันที คัดเลือกตัวอย่างผลมะนาวพันธุ์เป็นขนาดสม่ำเสมอ จำนวน 20 ลูก แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งนำไปศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีโดยการวัดค่าความเป็นกรดค่า (pH), ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ปริมาณกรดซิตริก อีกส่วนหนึ่งนำไปตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit เมื่อมีการตรวจรับวัตถุดิบแล้ว จะจัดเก็บวัตถุดิบทั้งหมดที่ห้องเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

3.4.1.2 การศึกษาคุณลักษณะกายภาพของมะนาวพันธุ์เป็น

นำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการตรวจสอบลักษณะทั่วไปของมะนาวพันธุ์เป็นด้วยสายตา (visual) โดยตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานของโรงงานจะต้องมีคุณภาพดี เป็นผลสด มีลักษณะทรงกลม ผิวเรียบเกลี้ยง เปลือกบาง สีเขียวอ่อนหรือเขียวอมเหลือง ไม่มีแผล รอยข้ำ ไม่มีรอยแตกผา หรือไม่เน่าเสียที่ทำให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภค สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ ไม่มีศัตรูพืช ไม่มีความเสียหายเนื่องมาจากศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของมะนาวเป็นต้น ถ้าตรวจสอบแล้วพบตัวอย่างที่คุณภาพไม่ดีเกิน 10% ของตัวอย่างทั้งหมดจะถือว่าไม่ผ่านมาตรฐาน และทำการตรวจสอบการดมกลิ่นของมะนาวทั้งผลและน้ำโดยตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานต้องมีกลิ่นมะนาวตามธรรมชาติชัดเจน ทำการบันทึกผลการทดลองเป็นจำนวนตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน ตามวิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพในภาคผนวก ก

3.4.1.3 การศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์เป็น

นำตัวอย่างจำนวน 2 กิโลกรัม มาล้างด้วยน้ำกรองโดยนำตัวอย่างใส่กะละมังสแตนเลสรูทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร เปิดน้ำให้แรงพอประมาณใช้มือถูไปมาบนผิวของผลมะนาวนานประมาณ 2 นาที ให้สะอาด จากนั้นนำไปคั้นและกรองผ่านผ้าขาวบาง นำน้ำมะนาว มาแบ่งเป็น 3 บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรดค่า (pH) (AOAC, 2005) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (AOAC,2005) และ ปริมาณกรดซิตริก (AOAC, 2005) ตามวิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในภาคผนวก ข

3.4.1.4 การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้น

นำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit (Thoophom, 2007) ตามวิธีการตรวจวิเคราะห์ในภาคผนวก ข และรวบรวมข้อมูลปริมาณของตัวอย่างมะนาวที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างที่อยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย จากนั้นทำการส่งตรวจตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้นประจำปี ปีละอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อตรวจวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและยืนยันผลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยสุ่มเก็บจากตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้น lot ที่ตรวจพบสารเคมีในระดับที่ไม่ปลอดภัย ปริมาณอย่างน้อย 1 กิโลกรัม และบรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติกใสชนิดโพลีเอทิลีน พร้อมปิดปากถุง ตัดฉลากแสดงรายละเอียดตัวอย่างอย่างชัดเจน กรอกข้อมูลที่จำเป็นในใบคำขอวิเคราะห์ เก็บรักษาตัวอย่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และส่งตัวอย่างวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี - แมสสเปกโตรมิเตอร์ (gas chromatography - mass spectrometry : GC-MS) ที่สำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข

3.4.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

3.4.2.1 การเตรียมตัวอย่างมะนาวที่มีสารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว

นำมะนาวพันธุ์แป้นจากแหล่งที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.1.4 จำนวน 20 ผล ไปจุ่มสารฆ่าแมลงคลอโรไพริฟอส 40% (คลอโรไพริฟอส 40, เอราวิณ, ประเทศไทย) ความเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1.5 ลิตร (400 ppm) แช่นาน 10 นาที แล้วนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 วัน (ดัดแปลงจาก Whangchai et al., 2011) เพื่อให้สารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว ตามขั้นตอนภาคผนวก ก ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไพริฟอสตกค้างในมะนาวเริ่มต้นด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit (Thoophom, 2007) ทุกตัวอย่าง และยืนยันผลด้วยการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่อง GC-MS ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข

3.4.2.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้

เตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% โดยนำผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา (โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย) ที่ปริมาตร 1.5 และ 2 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร และเตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.05% โดยผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต (McGarrett, ประเทศไทย) ที่ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร ในกะละมังสเตนเลสทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร นำผลมะนาวพันธุ์เป็นที่มีสารคลอโรไฟริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาวจากข้อ 3.4.2.1 ลงมาแช่ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ผสมกันแล้ว โดยมีการล้างด้วยน้ำกรองเป็นชุดควบคุม แช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อ นาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วฝังบนภาชนะกะละมังสแตนเลสทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมะนาวที่ผ่านการล้างแล้วไปวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไฟริฟอส ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit (Thoophom, 2007) เพื่อคัดเลือกสถานะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาทำการทดลองต่อไป ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

3.4.3 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไฟริฟอสบนผลมะนาว

เตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ความเข้มข้นที่สามารถลดปริมาณสารคลอโรไฟริฟอสในผลมะนาวได้ดีที่สุดจากผลการทดลองที่ 3.4.2.2 ผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร ในกะละมังสแตนเลส ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร จากนั้นนำผลมะนาวพันธุ์เป็นที่มีสารคลอโรไฟริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาวจากข้อ 3.4.2.1 ลงมาแช่ด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่เตรียมแล้ว ในอัตราส่วนน้ำกรอง 1.5 ลิตร ต่อมะนาว 20, 30 และ 40 ผล ตามลำดับ โดยมีการล้างด้วยน้ำกรองเป็นชุดควบคุม แช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลาที่เหมาะสมตามผลการทดลองที่ 3.4.2.2 จากนั้นนำไปผ่านน้ำกรองไหลเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อ นาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วฝังบนภาชนะกะละมังสแตนเลสทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมะนาวที่ผ่านการล้างแล้วไปวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไฟริฟอส เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

เมื่อได้สถานะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้จากการทดลองข้อ 3.4.3 ที่สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไฟริฟอสที่ผิวมะนาวได้ดีที่สุดแล้ว ทำการแปลผลให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไฟริฟอสตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส) ด้วยเครื่องดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (Thoophom, 2007) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำกรองก่อนล้างและน้ำกรองหลังล้างผลมะนาว โดยเก็บตัวอย่างน้ำกรองใส่บีกเกอร์ ปริมาตรอย่างละ 15 มิลลิลิตร นำมาวัดค่าความเป็นกรดค่า (pH) (AOAC, 2005) ความกระด้าง (total hardness) (บริษัท ไฮโดร ทริท, 2559) การนำไฟฟ้า (conductivity) (AOAC, 2005) ตามวิธีการตรวจวิเคราะห์ในภาคผนวก ข และ

ตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในน้ำกรองด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit (Thoophom, 2007) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

3.4.4 ศึกษาการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

นำมะนาวพันธุ์แป้นที่รับเข้าจากแหล่งที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.1.4 และเตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ความเข้มข้นที่สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.2.2 นำมาผสมกับอัตราส่วนที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 3.4.3 โดยนำมะนาวจำนวน 300 ผล ลงมาแช่ด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ปริมาตร 30 มิลลิลิตรกับน้ำกรองปริมาตร 15 ลิตร ในอ่างพลาสติกทรงวงรีขนาด $77 \times 108 \times 28$ เซนติเมตร โดยแช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลาตามผลการทดลองที่ 3.4.2.2 จากนั้นนำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วผึ่งบนตะแกรงพลาสติกใส่ผลไม้แห้ง ขนาด $56 \times 36 \times 32$ เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง นำผลมะนาวที่ผ่านการล้าง วิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit และทำการแปลผลให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไพริฟอสตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) ด้วยเครื่องดูคลื่นกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (Thoophom, 2007) ขึ้นตอนสุดท้ายนำผลมะนาวที่ผ่านการล้างที่สภาวะดีที่สุดไปตรวจวิเคราะห์ยืนยันผลด้วยการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส ด้วยเครื่อง GC-MS ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4.5 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลการทดลองเชิงปริมาณมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้จากการทดลอง (ข้อ 3.4.3) ตัวแปรต้น คือ การล้างด้วยวิธีต่างๆตามระยะเวลาและอัตราส่วนที่เหมาะสม มีปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวแปรตาม ทำการทดลองวิธีละ 10 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่น 95% จากนั้นนำผลการทดลองมาทำการศึกษาการปฏิบัติงานจริงในการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงาน (ข้อ 3.4.4) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ตัวแปรต้นคือ การล้างด้วยวิธีต่างๆตามระยะเวลาและอัตราส่วนที่เหมาะสม มีปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวแปรตาม ทำการทดลองวิธีละ 10 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนข้อมูลการทดลองเชิงคุณภาพมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้สถิติเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรณนา ได้แก่ จำนวนตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ (%) ที่ตรวจพบสารคลอรีไพริฟอส เพื่อสรุปผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอรีไพริฟอสในผลมะนาว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

ทำการสำรวจและตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้น ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2560 จากแหล่งจำหน่าย 3 แหล่ง คือ จากสวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี 66 ตัวอย่าง ปากคลองตลาด 70 ตัวอย่าง และตลาดสี่มุมเมือง 19 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างทั้งหมด 155 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างทุก lot ของวัตถุดิบที่มีการรับเข้าแล้วนำมาตรวจสอบทันที จากนั้นทำการส่งตรวจตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้นเป็นประจำปี ปีละอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อตรวจวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและยืนยันผลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยสุ่มเก็บจากตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้น lot ที่ตรวจพบสารเคมีในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากที่สุด รวมไปถึงการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นโดยการตรวจสอบลักษณะทั่วไปของมะนาวพันธุ์แป้นด้วยสายตา (visual) และทางเคมีของวัตถุดิบ โดยการวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH), ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ ปริมาณกรดซิตริก


4.1.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้น

ทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของมะนาวพันธุ์แป้นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ผลการตรวจคุณลักษณะทั่วไปทางกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้น พบว่า จำนวนตัวอย่างที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐานส่วนใหญ่พบปัญหา มีรอยขีดหรือเน่าเสียและเกิดโรคแคงเกอร์ (Canker) จากการทำลายของศัตรูพืช ทำให้ไม่เหมาะกับการบริโภค โดยจากปากคลองตลาดมีจำนวนที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐานมากที่สุด 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 5.71 % รองลงมา คือ สวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรีตรวจพบ 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 4.54% ส่วนตลาดสี่มุมเมือง ไม่พบจำนวนตัวอย่างที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐาน ดังตารางที่ 4.1

4.1.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์แป้น

ทำการตรวจคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์แป้นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะนาวพันธุ์แป้นที่รับเข้าจากทั้ง 3 แหล่ง จะอยู่ในช่วงระหว่าง 8.20 - 8.60 องศาบริกซ์ (° Brix) ค่าปริมาณกรดซิตริกอยู่ระหว่าง 7.20 - 7.40% และค่าความเป็นกรดต่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 2.40 - 2.70 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจคุณลักษณะทางกายภาพของมะนาวพันธุ์เป็นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

แหล่งรับเข้า	จำนวน ตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวนที่ตรวจไม่ผ่าน มาตรฐาน (%)	คุณลักษณะทางกายภาพที่ ไม่ผ่านมาตรฐาน
สวนเกษตรกร จังหวัดเพชรบุรี	66	3 (4.54)	 (ก) (ข)
ปากคลองตลาด	70	4 (5.71)	
ตลาดสี่มุมเมือง	19	0 (0.00)	
รวม	155	7 (4.51)	

หมายเหตุ: (ก) = เกิดโรคแคงเกอร์ (canker) จากการทำลายของศัตรูพืช (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กระทรวงสาธารณสุข, 2560)

(ข) = มีรอยขีด หรือเน่าเสียทำให้ไม่เหมาะกับการบริโภค (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กระทรวงสาธารณสุข, 2560)

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์เป็นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

แหล่งรับเข้า	ค่าปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำได้*	ปริมาณ กรดซิตริก (%)**	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)***
สวนเกษตรกร จังหวัดเพชรบุรี	8.52 ± 0.10	7.38 ± 0.10	2.50 ± 0.10
ปากคลองตลาด	8.60 ± 0.10	7.28 ± 0.10	2.70 ± 0.10
ตลาดสี่มุมเมือง	8.20 ± 0.10	7.30 ± 0.10	2.40 ± 0.10

หมายเหตุ : แสดงผลเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

มาตรฐานของโรงงาน กำหนดให้* ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 7.00 - 10.50 องศาบริกซ์ (° Brix) ** ปริมาณกรดซิตริกอยู่ในช่วง 6.00 - 8.00 % และ*** ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 1.50 - 3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้นพบว่า ตัวอย่างมะนาวที่รับเข้าจาก ทั้ง 3 แหล่ง ส่วนใหญ่มีคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คุณลักษณะทั่วไปของมะนาวที่ตรวจพบมีลักษณะทรงกลม ผิวเรียบเกลี้ยง เปลือกบางสีเขียวอ่อนหรือเขียวอมเหลือง ส่วนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานพบมีการเน่าเสีย มีรอยขีด ทำให้ไม่เหมาะกับการบริโภค สาเหตุเกิดขึ้นได้จากการเก็บรักษา การขนส่ง และการเกิดโรคแคงเกอร์ (canker) สาเหตุเกิดจากการทำลายของศัตรูพืชจะมีลักษณะอาการเป็นแผลที่เกิดขึ้นมีลักษณะทรงกลมบริเวณรอบแผลคล้ายกับฟั๊งลึกลงไปในตัวของผลมะนาว แผลจะนูนและปรุโปร่งคล้ายฟองน้ำแต่มีสีเหลืองแข็งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อผลแก่ ทำให้ไม่เหมาะกับการบริโภค เป็นต้น ส่วนผลการตรวจคุณลักษณะทางเคมีพบว่า ปริมาณกรดซิตริก, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความเป็นกรดต่าง ของน้ำมะนาว ผลการตรวจทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานกำหนด ซึ่งมาตรฐานของโรงงานกำหนดให้ ค่าปริมาณกรดซิตริก คือ 6.00 - 8.00 ค่าความเป็นกรดต่าง คือ 1.50 - 3.50 และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ คือ 7.00 - 10.50 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix)

4.1.3 ผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้น

ทำการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ในมะนาวพันธุ์แป้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ระหว่างปี พ.ศ. 2558 - 2560 ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit จากแหล่งจำหน่าย 3 แหล่ง พบว่า มีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย จำนวนมากถึง 88 ตัวอย่าง คิดเป็น 56.77% พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 26 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.77% และไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จำนวน 41 ตัวอย่าง คิดเป็น 26.45% เมื่อจำแนกตามแหล่งรับเข้าผลพบว่า ปากคลองตลาด ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยมากที่สุดคือ 41 ตัวอย่าง คิดเป็น 58.57% รองลงมาคือสวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี ตรวจพบ 37 ตัวอย่าง คิดเป็น 56.06% ในทางตรงกันข้ามพบว่า แหล่งรับเข้าจากสวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรีและปากคลองตลาด ตรวจไม่พบการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด คือ 19 และ 18 ตัวอย่าง คิดเป็น 28.79 และ 25.71% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

จากนั้นทำการส่งตรวจตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้นประจำปี ปีละอย่างน้อย 1 ครั้ง จากแหล่งรับเข้าทั้ง 3 แหล่ง ได้แก่ สวนเกษตรกรเขตจังหวัดเพชรบุรี 4 ตัวอย่าง ปากคลองตลาด 4 ตัวอย่าง และตลาดสี่มุมเมือง 3 ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้น lot ที่ตรวจพบสารเคมีในระดับที่ไม่ปลอดภัย แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในมะนาวแป้นจากแหล่งต่างๆ เพื่อยืนยันผลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากสำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit บนผลมะนาวพันธุ์เป็นจำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

แหล่งรับเข้า	จำนวน ตัวอย่าง ทั้งหมด	ไม่พบการ ตกค้าง* จำนวน (%)	ตกค้างในระดับที่ ปลอดภัย** จำนวน (%)	ตกค้างในระดับที่ ไม่ปลอดภัย*** จำนวน (%)
สวนเกษตรกร จังหวัดเพชรบุรี	66	19 (28.79)	10 (15.15)	37 (56.06)
ปากคลองตลาด	70	18 (25.71)	11 (15.71)	41 (58.57)
ตลาดสี่มุมเมือง	19	4 (21.05)	5 (26.32)	10 (52.63)
รวม	155	41 (26.45)	26 (16.77)	88 (56.77)

หมายเหตุ : * = ตรวจไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

** = สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเทอเรสลดลงไม่เกิน 50%

*** = สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเทอเรสลดลงเกิน 50%

ผลการเปรียบเทียบมะนาวที่รับเข้าจากทั้ง 3 แหล่ง พบมะนาวจากปากคลองตลาด ตรวจพบชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากที่สุด ส่วนมะนาวที่รับเข้าจากสวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี และตลาดสี่มุมเมือง ตรวจพบชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างน้อยกว่าปากคลองตลาด ซึ่งจากการสอบถามผู้จำหน่ายจากแหล่งต่างๆ ให้ข้อมูลว่า มะนาวจากปากคลองตลาดเป็นแหล่งเดียวที่รับมะนาวจากสวนเกษตรกรแถบภาคตะวันออก แล้วมาคัดแยกเพื่อส่งขายต่ออีกที ส่วนมะนาวจากตลาดสี่มุมเมืองรับมะนาวมาจากแหล่งผลิตแถบภาคเหนือ แสดงให้เห็นว่ามะนาวจากสวนเกษตรกรแถบภาคตะวันออกมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด ส่วนมะนาวจากสวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี ในปี พ.ศ. 2559 มีการได้รับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice: GAP) แล้ว จึงตรวจพบชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างน้อยกว่าปากคลองตลาด นั่นเอง และจากการสำรวจและสอบถามเกษตรกรผู้เพาะปลูกมะนาวพบว่า มีการใช้สารคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และ โพรฟีโนฟอส (profenofos) ซึ่งเป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในการฉีดพ่นทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นมะนาว เพื่อป้องกันแมลงและศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายให้ต้นและผลมะนาวเสียหาย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสวนเกษตรกรนั้นจะผ่านการรับรองระบบ GAP ถ้าเกษตรกรผู้ใช้ขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้ความเข้าใจที่ดีในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทั้งในเรื่องของปริมาณการใช้และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว อาจทำให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชยังคงตกค้างในมะนาวและส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนตัวอย่างและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในมะนาวพันธุ์แป้นจากการส่งตรวจประจำปี จำแนกตามแหล่งรับเข้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

แหล่งรับเข้า	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างเกินค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit: MRL)		ปริมาณและชนิดสารพิษที่ตรวจพบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
		จำนวนตัวอย่าง	สารพิษตกค้างสูงสุด	
สวนเกษตรกรเขต	4	1		1.03 (chlorpyrifos)*
จังหวัดเพชรบุรี				
ปากคลองตลาด	4	3		0.18 (profenofos)** 1.32 (abamectin)*** 2.43 (chlorpyrifos)*
ตลาดสี่มุมเมือง	3	1		0.92 (chlorpyrifos)*
หมายเหตุ :	* MRL สหภาพยุโรป 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
	** MRL มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
	*** MRL มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Limit of detection 0.001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			

ค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit: MRL) ในมะนาวของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ.9002-2556) กำหนดให้ โพรฟีนอโฟส 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อะบาแม็คติน 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) ส่วนคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ของมะนาวในสหภาพยุโรปกำหนดให้ค่า MRL 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในมะนาวเป็นจากแหล่งต่างๆ พบว่า ปากคลองตลาดตรวจพบจำนวนตัวอย่างเกินค่า MRL มากที่สุด 3 ตัวอย่าง สารพิษที่พบ คือ โพรฟีนอโฟส (profenofos) 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, อะบาแม็คติน (abamectin) 1.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) 2.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี พบจำนวน 1 ตัวอย่าง สารพิษที่พบคือ คลอร์ไพริฟอส 1.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตลาดสี่มุมเมือง พบจำนวน 1 ตัวอย่าง สารพิษที่พบได้แก่ คลอร์ไพริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอส ปริมาณ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) สอดคล้องกับ ข้อมูลการตกค้าง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ของกรมวิชาการเกษตรมีการตรวจพบสารเคมี ตกค้างสูงเกินค่าความปลอดภัยในมะนาวมากถึง 50 ถึง 75% ของตัวอย่างมะนาวทั้งหมด และ ระหว่างปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556 ที่ผ่านมา งานวิจัยจากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 วิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับ พืช (GAP) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด ผลพบว่า ข้อมูลในปี พ.ศ.2556 มีการ ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวที่เกินค่า MRL โดยตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอส ปริมาณ 0.09 - 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (จารุพงศ์ ประสพสุขและคณะ, 2557) นอกจากนี้มีข้อมูลจาก หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (European Food Safety Authority : EFSA) รายงานผลการสุ่มตรวจยาฆ่าแมลงในสินค้าอาหาร ของสหภาพยุโรปประจำปี พ.ศ. 2552 มีการ สุ่มเก็บตัวอย่างสินค้าอาหารตลอดปี พ.ศ 2552 ใน 27 ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป รวมถึง ประเทศเพื่อนบ้าน EFTA ได้แก่ ไอซ์แลนด์ และนอร์เวย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของ ผู้บริโภคในเรื่องของยาฆ่าแมลงตกค้างจากการบริโภคสินค้าอาหารที่วางจำหน่ายในสหภาพยุโรป ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สินค้าอาหาร 97.4% มียาฆ่าแมลงตกค้างถูกต้องตามค่าอนุ โลมตกค้าง สูงสุด (Maximum Residue Limit : MRLs) ที่สหภาพยุโรปกำหนด ส่วนสินค้าที่ถูกตรวจที่มีปริมาณ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างหลายชนิดในสินค้าชนิดเดียวกันมากที่สุด คือ ผลไม้กลุ่ม ส้ม มะนาว (citrus fruit) มากถึง 56.6% (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร, 2554)

จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่า วัตถุดิบมะนาวพันธุ์เป็นที่รับเข้ามาจากแหล่งต่างๆ มีการ ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากซึ่งถ้าไม่ผ่านมาตรฐาน ทางโรงงานจะดำเนินการสุ่ม เก็บตัวอย่างมะนาวตรวจซ้ำใหม่อีกครั้ง ถ้ายังพบว่าไม่ผ่านมาตรฐานจะปฏิเสธ (reject) การรับ วัตถุดิบมะนาวทั้ง lot เข้ามาใช้ในการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้น เมื่อได้ผลการตรวจ วิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากแหล่งที่มีการตรวจพบการตกค้างมากที่สุด นั่นคือ ปากคลองตลาด การทดลองต่อไปจะนำมะนาวเป็นจากปากคลองตลาด มาใช้เป็นวัตถุดิบใน การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อระยะเวลาและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและ ผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอร์ไพริฟอสในผลมะนาว

4.2 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต

4.2.1 ผลการเตรียมตัวอย่างมะนาวที่มีสารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว

นำมะนาวพันธุ์แป้นจากปากคลองตลาดซึ่งเป็นแหล่งที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุดจากการทดลองที่ 4.1.3 จำนวน 20 ผล ไปจุ่มสารฆ่าแมลงคลอโรไพริฟอส 40% (คลอโรไพริฟอส 40, เอราวัณ, ประเทศไทย) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร (400 ppm) แช่นาน 10 นาที แล้วนำไปล้างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 วัน เพื่อให้สารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไพริฟอสตกค้างบนผลมะนาวเริ่มต้นด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ทุกตัวอย่าง และยืนยันผลด้วยการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่อง GC-MS ที่สำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในตัวอย่างมะนาว

ครั้งที่	ปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส ในตัวอย่างมะนาว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	14.3
2	12.1
3	15.8
ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	14.06 \pm 1.86

จากผลปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในตัวอย่างมะนาวเริ่มต้นหลังจุ่มสารฆ่าแมลงคลอโรไพริฟอส และทำการเก็บตัวอย่างส่งตรวจ 3 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ย 14.06 \pm 1.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการยืนยันนี้ เห็นว่า เมื่อนำผลมะนาวหลังจากที่จุ่มสารฆ่าแมลงคลอโรไพริฟอส 40% แล้วจะมีการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงมากถึง 14.06 \pm 1.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับผลการทดลองในตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืช มีการตรวจพบสารคลอโรไพริฟอสตกค้างทั้ง 3 แหล่งรับเข้า จากปากคลองตลาดตรวจพบ 2.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สวนเกษตรจังหวัดเพชรบุรีตรวจพบ 1.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตลาดสี่มุมเมืองตรวจพบปริมาณ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และรายงานของงานวิจัยจากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ปี พ.ศ.2556 ทำการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เพื่อการ

รับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด มีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวที่เกินค่า MRL โดยตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอส ปริมาณ 0.09 - 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (จารุงศ์ ประสพสุขและคณะ, 2557) เพื่อจะนำข้อมูลนี้มาทำการลดปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส 40% ในการทดลองต่อไป

4.2.2 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ต่อการลดสารคลอร์ไพริฟอสบนผลมะนาว

ทำการศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา, ประเทศไทย) ที่ปริมาตร 1.5 และ 2.0 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร และเตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.05% โดยผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต (McGarrett, ประเทศไทย) ที่ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร ในกะละมังสแตนเลสทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร นำผลมะนาวพันธุ์แป้นที่มีสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว จากข้อ 4.2.1 ลงมาแช่ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้และสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ผสมกันแล้ว โดยมีการล้างด้วยน้ำกรองเป็นชุดควบคุม แช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วผึ่งบนภาชนะกะละมังสแตนเลสทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมะนาวที่ผ่านการล้างแล้วไปวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

ผลการทดลองนี้พบว่า วิธีที่ 1 คือ ไม่ผ่านการล้าง มีการตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสในมะนาวทุกตัวอย่าง และเมื่อนำมาล้างด้วยวิธี 2 คือ ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้ง แช่ที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที พบว่า มีการตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างลดลงเหลือเพียง 7, 6 และ 6 ตัวอย่าง ตามลำดับ จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 70, 60 และ 60% ตามลำดับ แล้วเมื่อนำมาล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ตามวิธีที่ 3 และ 4 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า วิธีที่ 3 แช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ยังมีการตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างอยู่ 3 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง คิดเป็น 30% แต่เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 4 แช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที พบว่า ไม่มีการตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสในทุกตัวอย่าง แสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนตัวอย่างมะนาวที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสหลังจากการล้างด้วยวิธีต่างๆที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที

วิธีการล้าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด (%) ที่ระยะเวลาการล้าง		
	10 นาที	15 นาที	20 นาที
1	10 / 10 (100)	10 / 10 (100)	10 / 10 (100)
2	7 / 10 (70)	6 / 10 (60)	6 / 10 (60)
3	5 / 10 (50)	3 / 10 (30)	3 / 10 (30)
4	1 / 10 (10)	0 / 10 (0)	0 / 10 (0)
5	5 / 10 (50)	3 / 10 (30)	2 / 10 (20)

หมายเหตุ : วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.1% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 4 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 5 = ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 0.05% ผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

$$\% = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}}$$

จากผลตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างแบบวิธีที่ 5 คือ ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 0.05% ผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า เมื่อแช่ที่

ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ยังมีการตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสอยู่ 5, 3 และ 2 ตัวอย่าง ตามลำดับ จากตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 50, 30 และ 20%

ผลการทดลองนี้ สรุปได้ว่า การล้างที่วิธีที่ 4 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที สามารถลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนผลมะนาวได้ดีที่สุด ผู้วิจัยเห็นว่า ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที สามารถลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสได้เท่ากัน แต่ที่ระยะเวลา 20 นาที จะสูญเสียเวลา มากกว่า ดังนั้น ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาว คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% แห่ระยะเวลา 15 นาที






ดังนั้นวิธีการล้างที่ 3 และ 4 คือการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ และวิธีที่ 5 คือล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต สามารถลดสารคลอโรไพริฟอสในมะนาวได้มากกว่าการล้างวิธีที่ 1 คือการล้างด้วยน้ำกรอง สาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างผักและผลไม้ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ที่มีคุณสมบัติในการชะล้างสิ่งปนเปื้อน เช่น อะมิโนโซป (amino soap) มีคุณสมบัติเป็นสารทำความสะอาด มีความสามารถจับกับสารพิษได้เป็นอย่างดี ทำให้สารพิษและสิ่งสกปรกหลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำทำให้การชะล้างมีประสิทธิภาพได้ดี (ทวีพร สุกใส, 2548) พอลิซอร์เบต (polysorbate) เป็นสารหลักที่สำคัญในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อการล้าง มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยขั้วที่ชอบจับกับน้ำ (hydrophilic) และขั้วที่ไม่ชอบจับกับน้ำ (hydrophobic) มีความสามารถจับกับสารพิษได้เป็นอย่างดี ทำให้สารพิษและสิ่งสกปรกหลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำ นั่นคือ เมื่อนำผลมะนาวที่มีการปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสมาล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่มีส่วนประกอบของพอลิซอร์เบตเป็นสารหลัก ทำให้ขั้วที่ไม่ชอบจับกับน้ำมาจับกับสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนบนผลมะนาวและถูกชะล้างหลุดออกมาแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำ และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ สามารถแตกตัวเป็นสารไอออนไนเซชัน (ionization) ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อและทำความสะอาดได้ดี (Chang, 2008) สามารถลดปริมาณสารตกค้างจากยาฆ่าแมลงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของทวีพร สุกใส (2548) การศึกษาผลของการใช้สารเคมีบางชนิดเพื่อใช้ล้างผลผลิต ต่อการลดปริมาณสารฆ่าแมลงที่ตกค้างในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งของไร่เกษตรกรที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งนำผลส้มมาล้างด้วยสารเคมีที่ปลอดภัยประเภท GRAS เช่น โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride), โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate), โพแทสเซียมไพโรฟอสเฟต (potassium pyrophosphate), โซเดียมซิเตรต (sodium citrate), ซิตริกแอซิด (citric acid) และ ออร์โทฟอสฟอริกแอซิด (orthophosphoric acid) พบว่า หลังจากการล้างแล้วสามารถลดปริมาณสารเมโทมิล และ ไคเมทโทเททที่ตกค้างในผลส้มได้ดี และงานวิจัยของ อเนก หาลี และ ธวัชชัย ศุภวิฑิตพัฒนา (2553) การศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายต่างทับทิม ($KMnO_4$) และ น้ำยาล้างผักทางการค้า 3 ชนิดในการลดปริมาณเมโทมิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(methomyl) ในผักคะน้า พบว่าการใช้สารละลายต่างทับทมความเข้มข้น 0.1% อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโทรมิลในผักคะน้าได้ดีที่สุดคือ 68.69% รองลงมาคือน้ำยาล้างผักทางการค้า เซนต์แอนดิว, เหมวดี และ โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งสามารถลดปริมาณเมโทรมิลได้ 52.15, 49.36 และ 46.56% ตามลำดับ เช่นเดียวกับการล้างมะนาวด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งสารนี้มีกลไกในการทำปฏิกิริยากับน้ำเป็นกรดอ่อนๆสามารถนำมาใช้ในการทำความสะอาดผักและผลไม้เพื่อชะล้างสิ่งปนเปื้อนต่างๆได้ สอดคล้องกับข้อมูลในเอกสารประกอบการประชุมการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประจำปี 2558 วิธีการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต (เบคกิ้งโซดา) 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอุ่น 1 กระละมัง แช่นาน 15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง สามารถลดปริมาณสารพิษได้มากที่สุดถึง 90 - 95% สามารถสรุปได้ว่าการล้างผลมะนาวด้วยน้ำกรองเพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสได้ดีเท่ากับการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ส่วนระยะเวลาในการใช้ล้างก็มีผลต่อการลดปริมาณสารตกค้างได้เช่นกัน พบว่าที่ระยะเวลาน้อยที่สุดคือ 10 นาที จะสามารถลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสได้น้อย แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้นก็จะสามารถลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสได้ดีกว่า นั่นคือระยะเวลาในการแช่ที่น้อยเกินไปอาจมีผลทำให้ทำปฏิกิริยาล้างสารฆ่าแมลงตกค้างได้ไม่เพียงพอแต่ถ้าแช่ระยะเวลานานไปก็อาจไม่เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้เวลาที่เหมาะสมและเพียงพอจึงจะเกิดประโยชน์ต่อการลดสารตกค้างได้ (ทวีพร สุกใส, 2548)

เมื่อนำผลมะนาวที่ผ่านการล้างด้วยวิธีต่างๆทั้ง 5 วิธี นำมาเปรียบเทียบกับลักษณะทางกายภาพของผลมะนาว พบว่า ลักษณะทางกายภาพของผลมะนาวหลังจากการล้างทั้ง 5 วิธี ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมาตรฐานลักษณะทางกายภาพของโรงงานจะต้องมีคุณภาพดี เป็นผลสด มีลักษณะทรงกลม ผิวเรียบเกลี้ยง เปลือกบาง ขั้วหัวของผลเป็นจุด สีเขียวอมเหลือง ภายในผลมะนาวจะมีเมล็ดอยู่จำนวนมาก ไม่มีรอยแผล รอยขีด ไม่มีรอยแตกผา หรือไม่เน่าเสียที่ทำให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภคสะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ เมื่อนำผลมะนาวมาผ่านการล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ และ โซเดียมไบคาร์บอเนตแล้วนั้น พบว่าลักษณะทางกายภาพของผลมะนาวไม่มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางกายภาพทุกอย่าง ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาไม่มีผลทำให้ลักษณะทางกายภาพของผลมะนาวเปลี่ยนแปลงไป ผิวของผลมะนาวยังมีลักษณะเรียบเกลี้ยง ทรงกลม มีสีเขียวอมเหลืองดั้งเดิม ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงลักษณะทางกายภาพของมะนาวหลังจากการล้างด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการล้าง	ลักษณะทางกายภาพของมะนาวหลังจากการล้างด้วยวิธีต่างๆ
1	
2	
3	
4	
5	

หมายเหตุ: วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.1% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 4 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 5 = ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 0.05% ผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้องให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว

ทำการศึกษาหาอัตราส่วนของจำนวนผลมะนาวที่เหมาะสมต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ความเข้มข้นที่สามารถลดปริมาณสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาวได้ดีที่สุด จากผลการทดลองที่ 4.2.2 นั่นคือ ใช้ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ความเข้มข้น 0.2% แช่ระยะเวลา 15 นาที นำผลมะนาวพันธุ์เป็นที่มีสารคลอโรไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว จากข้อ 4.2.1 ลงมาแช่ด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ความเข้มข้น 0.2% ในอัตราส่วนน้ำกรอง 1.5 ลิตร ต่อมะนาว 20, 30 และ 40 ผล ตามลำดับ โดยมีการล้างด้วยน้ำกรองเป็นชุดควบคุม แช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลา 15 นาที จากนั้นผ่านน้ำกรองไหลเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อ นาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วผึ่งบนภาชนะกะละมังสแตนเลสรูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมะนาวที่ผ่านการล้างแล้วไปวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

ผลการทดลองนี้ วิธีที่ 1 คือ ไม่ได้ผ่านการล้าง มีการตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในทุกตัวอย่าง เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 2 คือ ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียสให้แห้ง นาน 1 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนผลมะนาว 20, 30 และ 40 ผล มีการตรวจพบสารคลอโรไพริฟอส 4, 5 และ 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ จากตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 40, 50 และ 50% ตามลำดับ เมื่อนำผลมะนาวมาล้างด้วยวิธีที่ 3 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการลดสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาว จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนผลมะนาว 40 ผล ยังพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสอยู่ 2 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 20% แต่ที่อัตราส่วนผลมะนาว 20 และ 30 ผล ไม่มีการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในทุกตัวอย่าง ซึ่งการเพิ่มอัตราส่วนของผลมะนาวอาจส่งผลทำให้การล้างได้ไม่ทั่วถึงจึงทำให้สารคลอโรไพริฟอสยังคงตกค้างอยู่ในผลมะนาวสังเกตจากล้างที่อัตราส่วนผลมะนาวที่ 10 ผลต่อน้ำ 1.5 ลิตร มีจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสน้อยที่สุด เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผลมะนาวที่ 20 และ 30 ผล พบว่ามีจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสเพิ่มมากขึ้น ควรที่จะเลือกอัตราส่วนในการล้างที่เหมาะสมต่อการใช้งาน อัตราส่วนจำนวนผลมะนาวในการล้างที่มากเกินไปอาจมีผลทำให้ทำปฏิกิริยาล้างสารฆ่าแมลงตกค้างได้ไม่ทั่วถึง แต่ถ้าอัตราส่วนน้อยเกินไปก็อาจไม่เกิดประโยชน์

เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมและเพียงพอจึงจะเกิดประโยชน์ต่อการลดสารตกค้างได้ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 จำนวนตัวอย่างมะนาวที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสหลังจากการล้าง ด้วยวิธีต่างๆ ที่อัตราส่วนผลมะนาว 20, 30 และ 40 ผล ต่อปริมาตร 1.5 ลิตร

วิธีการล้าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด (%) ที่อัตราส่วนผลมะนาว		
	20 ผล	30 ผล	40 ผล
1	10 / 10 (100)	10 / 10 (100)	10 / 10 (100)
2	4 / 10 (40)	5 / 10 (50)	5 / 10 (50)
3	0 / 10 (0)	0 / 10 (0)	2 / 10 (20)

หมายเหตุ : วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียสให้แห้ง นาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียสให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

$$\% = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100$$

จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า เมื่อล้างผลมะนาวด้วยความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสที่อัตราส่วนผลมะนาว 20 และ 30 ผล สามารถลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสที่ปนเปื้อนผลมะนาวได้ดีที่สุด แต่ผู้วิจัยเห็นว่า ที่อัตราส่วน 30 ผล สูญเสียเวลาน้อยกว่าการล้างที่ อัตราส่วน 20 ผล ผู้วิจัยจึงเลือกที่อัตราส่วนมะนาว 30 ผล เป็น อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการลดการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสที่ปนเปื้อนผลมะนาว เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ นั่นคือ ที่ความเข้มข้น 0.2% แช่ระยะเวลา 15 นาที ที่อัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล ทำการแปลผลให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การ

ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส) ด้วยเครื่องดูคลิ่นคลิ่นแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรในตัวอย่างอัตราส่วนมะนาว 30 ผล ทำการล้าง 3 วิธี ได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำที่ตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส) จากการล้างมะนาวด้วยวิธีการต่างๆ

วิธีการล้าง	ปริมาณสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำที่ตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส)
1	0.98 ± 0.02^c (98%)
2	0.38 ± 0.01^b (38%)
3	0.07 ± 0.08^a (7%)

หมายเหตุ : แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-c} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

% = ปริมาณสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำที่ตรวจพบ \times 100

จากผลการทดลองนี้ วิธีที่ 1 คือ ไม่ได้ผ่านการล้าง มีการตรวจพบปริมาณสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำมากถึง 98% เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 2 คือ ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง มีการตรวจพบปริมาณสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำลดลงคิดเป็น 38% เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 3 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล ผสมกับน้ำกรอง 1.5 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง มีการตรวจพบสารคลอรีไฟรฟอสตค้ำลดลงเหลือเพียง 7% การทดลองนี้สรุปได้ว่า การล้างผลมะนาวที่มีการปนเปื้อนสารคลอรีไฟรฟอส ทั้ง 3 วิธี มีปริมาณการตกค้างของสารคลอรีไฟรฟอสที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญที่ความระดับเชื่อมั่น 95% นั่นคือ การล้างผลมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 30 ผล แช่นาน 15 นาที สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาวได้มากถึง 91% (100 - 7%)

จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำกรองก่อนล้างและน้ำกรองหลังล้างผลมะนาว โดยเก็บตัวอย่างน้ำกรองใส่บีกเกอร์ ปริมาตรอย่างละ 15 มิลลิลิตร นำมาวัดค่าความเป็นกรดด่าง ความกระด้าง การนำไฟฟ้า และตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในน้ำกรองด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit แสดงผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจคุณภาพน้ำกรองก่อนล้าง น้ำกรองไหลผ่านและน้ำกรองหลังล้างผลมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

ตัวอย่างน้ำ	ค่าความเป็นกรดด่าง*	ความกระด้าง (ppm)**	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$)***	การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส***
น้ำกรองก่อนล้าง	7.47 ± 0.14	8.61 ± 1.21	272.75 ± 28.96	0 / 10 (0%)
น้ำกรองไหลผ่าน	7.40 ± 0.16	9.79 ± 0.78	307.50 ± 15.64	0 / 10 (0%)
น้ำกรองหลังล้าง	7.94 ± 0.11	37.30 ± 15.64	424.12 ± 21.65	10 / 10 (100%)

หมายเหตุ : แสดงผลเป็น ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส คือ จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารคลอโรไพริฟอส / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

$$\% = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}}$$

มาตรฐานของโรงงานกำหนดให้ *ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.5 - 8.5 ** ความกระด้างไม่เกิน 100 ppm และ *** ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$

ผลการตรวจคุณภาพน้ำกรองก่อนล้าง น้ำกรองไหลผ่าน และน้ำกรองหลังล้าง ค่าความเป็นกรดด่าง(pH) และการนำไฟฟ้า (conductivity) มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานกำหนด ซึ่งค่าความเป็นกรดด่างมาตรฐานกำหนดให้อยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5 ค่าการนำไฟฟ้ากำหนดให้ไม่เกิน 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ส่วนค่าความกระด้างในน้ำกรองหลังล้าง มีค่าสูงกว่า น้ำกรองก่อนล้าง และน้ำกรองไหลผ่าน แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานกำหนด ซึ่งกำหนดให้ไม่เกิน 100 ppm ส่วนการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส จะเห็นว่า ในน้ำกรองก่อนล้าง และน้ำกรองไหลผ่าน ไม่มีการตรวจพบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในทุกตัวอย่าง แต่ในน้ำกรองหลังล้างมีการตรวจพบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในทุกอย่าง นั่นคือ อาจสามารถสรุปได้ว่า สารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนในผลมะนาวอาจถูกชะล้างออกมาที่น้ำล้างได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ที่ใช้ล้างมะนาวมีองค์ประกอบหลักของสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ลดแรงตึงผิวของน้ำ เมื่อผสมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ลงไป ในน้ำจะเกิดกระบวนการต่างๆ เพื่อทำความสะอาดล้างสกปรกหรือสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนในผลมะนาว สารลดแรงตึงผิวก็จะไปจับกับสารคลอโรไพริฟอสให้หลุดออกแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำล้าง จึงเป็นไปได้ว่าสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนในผลมะนาวอาจถูกชะล้างออกมาที่น้ำล้างได้

4.4 ผลการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

ทำการนำมะนาวพันธุ์แป้นที่รับเข้าจากปากคลองตลาดซึ่งเป็นแหล่งที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุดจากการทดลองที่ 4.1.3 นำมาล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาปริมาตร 30 มิลลิลิตรกับน้ำกรองปริมาตร 15 ลิตร และนำมะนาวจำนวน 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ลงมาแช่นาน 15 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาว ในอ่างพลาสติกทรงวงรีขนาด $77 \times 108 \times 28$ เซนติเมตร จากนั้นนำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) แล้วผึ่งบนตะกร้าพลาสติกใส่ผลไม้หูเหล็ก ขนาด $56 \times 36 \times 32$ เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง นำผลมะนาวที่ผ่านการล้าง วิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอส ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit

ผลการทดลองนี้ วิธีที่ 1 คือ ไม่ได้ผ่านการล้าง พบว่า มีการตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากถึง 9 ตัวอย่าง ในจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 90% ส่วนอีก 1 ตัวอย่างที่ตรวจไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จากการสำรวจข้อมูลและสอบถามผู้จัดทำหมายได้ข้อมูลว่า ตัวอย่างที่ตรวจไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้น เป็นตัวอย่างที่เก็บในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวของมะนาว คือช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลที่ผลผลิตของมะนาวมีจำนวนมาก เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลมะนาวในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยว และเป็นช่วงฤดูฝน สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอาจมีการชะล้างจากน้ำฝนก่อนการเก็บเกี่ยวได้ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่มีการตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในจำนวน 1 ตัวอย่าง เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 2 คือ ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 15 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า ยังคงมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ 4 ตัวอย่าง ในจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง หรือคิดเป็น 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตเมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 3 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับน้ำกรอง 15 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในทุกตัวอย่าง นั่นคือ การล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% แช่นาน 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาได้ แสดงผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาว หลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในสภาวะความเข้มข้น 0.2% นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม จากการปฏิบัติงานจริง

วิธีการล้าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด (%)
1	9 / 10 (90%)
2	4 / 10 (40%)
3	0 / 10 (0%)

หมายเหตุ : วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 15 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับน้ำกรอง 15 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

$$\% = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างในมะนาว ตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) ด้วยเครื่องคูคลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร จากผลการทดลองนี้ วิธีที่ 1 คือ ไม่ได้ผ่านการล้าง พบว่ามีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากถึง 65% เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 2 คือ ล้างด้วยน้ำกรอง ปริมาตร 15 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า ยังมีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึง 23% แต่เมื่อนำมาล้างด้วยวิธีที่ 3 คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่มีความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับน้ำกรอง 15 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง พบว่า มีปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชลดลงเหลือเพียง 4% ได้ผลตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาวหลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในสภาวะความเข้มข้น 0.2% นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม จากการปฏิบัติงานจริงตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส)

วิธี	ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส)
1	0.65 ± 0.01^c (65%)
2	0.23 ± 0.01^b (23%)
3	0.04 ± 0.01^a (4%)

หมายเหตุ : แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-c} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

วิธีที่ 1 = ไม่ได้ผ่านการล้าง

วิธีที่ 2 = ล้างด้วยน้ำกรองปริมาตร 15 ลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

วิธีที่ 3 = ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่มีความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับ น้ำกรอง 15 ลิตร แช่นาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

% = ปริมาณสารคลอรีฟิฟอสตกค้างที่ตรวจพบ \times 100

ขั้นตอนสุดท้ายนำผลมะนาวที่ผ่านการล้างด้วยวิธีที่ 3 ซึ่งเป็นสภาวะที่ดีที่สุดนำไปตรวจวิเคราะห์ ยืนยันผลการล้างด้วยการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส ด้วยเครื่อง GC-MS ที่สำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ โดยทำการเก็บตัวอย่างทันทีหลังจากการล้าง ได้ผลดังตารางที่ 4.13 จากผลการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส หลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวน จิตรลดาในสภาวะที่ดีที่สุดจากการปฏิบัติงานจริง พบว่า ตรวจไม่พบสารคลอร์ไพริฟอสตกค้าง

ตารางที่ 4.13 ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่ตกค้างในผลมะนาวหลังผ่านการล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้าง ผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่สภาวะความเข้มข้น 0.2% นาน 15 นาที ต่อ มะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม

ครั้งที่	ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	0.00 (ไม่พบ)
2	0.00 (ไม่พบ)
3	0.00 (ไม่พบ)
4	0.00 (ไม่พบ)
5	0.00 (ไม่พบ)
ค่าเฉลี่ยปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.00 (ไม่พบ)

หมายเหตุ : MRL สหภาพยุโรป 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาวหลังจาก การล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาในสภาวะที่ดีที่สุดจากการ ปฏิบัติงานจริงตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีน เอสเตอเรส) สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับ 4% การยับยั้งการ ทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งเป็นระดับที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แล้วเมื่อนำ ตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลการตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอสในมะนาวหลังการล้าง ตรวจไม่พบสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างในทุกตัวอย่าง ซึ่งค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ของสารคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ในมาตรฐานสหภาพยุโรปกำหนดให้ค่า MRL 0.3 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม (Department of Agriculture regulated pesticides list arranged (DOA), 2014) เมื่อเทียบ

ผลกับมาตรฐานแล้วมีค่า MRL น้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยการล้างด้วยผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างผักและผลไม้ที่มีส่วนประกอบของสารชนิดเดียวกันกับผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างผักและผลไม้ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ดังรายงานของ ปัทมา เสนทองและคณะ (2561) ทำการลดสารคาร์โบฟูราน (cabofuran), คาร์บาริล (carbaryl) และ คลอร์ไพริฟอส (chlorfenvinphos) ที่ตรวจพบมีการตกค้างในผักกะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ โหระพา และพริกชี้ฟ้า จากตลาดสด 1 แห่ง และห้างสรรพสินค้า 1 แห่ง ในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยวิธีการล้างโดยใช้น้ำยาล้างผัก 3 ยี่ห้อ ยี่ห้อที่ 1 มีส่วนประกอบของ อะมิโนโซป (amino soap) และ โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ยี่ห้อที่ 2 มีส่วนประกอบของ โซเดียมลอเรทซัลเฟต (sodium lauryl ether sulfate) และ อาคิลโพลิไกลโคไซด์ (alkyl polyglycoside) และยี่ห้อที่ 3 มีส่วนประกอบของ โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) และ แอกทีฟคาร์บอน (activated carbon) ผลพบว่า น้ำยาล้างผักยี่ห้อที่ 1 และ 2 สามารถล้างสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คือ คาร์โบฟูราน ได้ ส่วนน้ำยาล้างผักยี่ห้อที่ 3 สามารถล้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท คือ คลอร์ไพริฟอส และ คาร์บาริล ได้ รายงานของ ทวีพร สุกใส (2548) ทำการล้างสัมพัทธ์สายน้ำผึ้งจากไร้เกษตรกรที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่เพื่อลดสารเมโทมิล และ ไคเมทโทเอท โดยวิธีการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ที่มีส่วนประกอบของสารต่างๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride), โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) เป็นสารทำความสะอาด พอลิซอร์เบต (polysorbate) เป็นสารลดแรงตึงผิว พบว่าหลังจากการล้างสามารถลดปริมาณสารเมโทมิล และ ไคเมทโทเอทที่ตกค้างได้ 46.1 % และ 46.9% ตามลำดับ และรายงานของ Anneli et al. (2007) ทำการลดปริมาณการตกค้างสารไทเบนดาโซล (thiabendazole) และ ไอมาซาลิล (imazalil) ที่ตกค้างในผลส้มที่วางขายตามซูเปอร์มาร์เก็ต ด้วยวิธีการล้างต่างๆ เช่นการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ที่มีส่วนประกอบของ โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) เป็นสารทำความสะอาด พอลิซอร์เบต (polysorbate) เป็นสารลดแรงตึงผิว หลังจากล้าง พบว่าปริมาณสารไทเบนดาโซลและสารไอมาซาลิล ลดลงเหลือ 0.00 และ 0.67 mg/kg ตามลำดับ

จึงสามารถยืนยันได้ว่า เมื่อรับวัตถุดิบมะนาวเข้ามาจากปากคลองตลาดจะมีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ หลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในสถานะที่ดีที่สุด คือความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับ น้ำกรอง 15 ลิตร แชนนาน 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง จากการปฏิบัติงานจริง สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ให้อยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เพื่อนำวัตถุดิบมะนาวมาใช้ในการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ให้มีคุณภาพและความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาในสถานะความเข้มข้น 0.2% นาน 15 นาที ต่อมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม จากการปฏิบัติงานจริง



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4.1 การล้างวัตถุดิบมะนาวด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาจากการปฏิบัติงานจริง

- (ก) เตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาปริมาณ 30 มิลลิลิตรกับน้ำกรองปริมาณ 15 ลิตร และนำมะนาวจำนวน 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ลงมาล้างที่ความเข้มข้น 0.2% นาน 15 นาที
- (ข) นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่)
- (ค) ผึ่งบนตะกร้าพลาสติกใส่ผลไม้หุ้เหล็ก ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ผลการศึกษาคุณลักษณะกายภาพของมะนาวพันธุ์แป้น พบว่าจำนวนตัวอย่างที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐานส่วนใหญ่พบปัญหาที่มีรอยข้ำหรือเน่าเสียและเกิดโรคแคงเกอร์ (Canker) จากการทำลายของศัตรูพืช ทำให้ไม่เหมาะกับการบริโภค โดยจากปากคลองตลาดมีจำนวนที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐานมากที่สุด 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 5.71% รองลงมา คือ สวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรีตรวจพบ 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 4.54% ส่วนตลาดสี่มุมเมือง ไม่พบจำนวนตัวอย่างที่ตรวจไม่ผ่านมาตรฐาน ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของมะนาวพันธุ์แป้น พบว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะนาวพันธุ์แป้นที่รับเข้าจากทั้ง 3 แหล่ง จะอยู่ในช่วงระหว่าง 8.20 - 8.60 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix) ค่าร้อยละของปริมาณกรดซิตริกอยู่ระหว่าง 7.20 - 7.40 และค่าความเป็นกรดต่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 2.40 - 2.70 ผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมะนาวพันธุ์แป้น พบว่ามีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยจำนวนมากถึง 88 ตัวอย่าง คิดเป็น 56.77% พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัยจำนวน 26 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.77% และไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จำนวน 41 ตัวอย่าง คิดเป็น 26.45% เมื่อจำแนกตามแหล่งรับเข้าผลพบว่า ปากคลองตลาด ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยมากที่สุดคือ 41 ตัวอย่าง คิดเป็น 58.57% รองลงมาคือ สวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี ตรวจพบ 37 ตัวอย่าง คิดเป็น 56.06% ในทางตรงกันข้ามพบว่า แหล่งรับเข้าจากสวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรีและปากคลองตลาด ตรวจไม่พบการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด คือ 19 และ 18 ตัวอย่าง คิดเป็น 28.79 และ 25.71% ตามลำดับ ผลการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในมะนาวเป็นจากแหล่งต่างๆ เพื่อยืนยันผลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากสำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าปากคลองตลาดตรวจพบจำนวนตัวอย่างเกินค่า MRL มากที่สุด 3 ตัวอย่าง สารพิษที่พบคือ โพรฟีโนฟอส (profenofos) 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, อะบาเม็คติน (abamectin) 1.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) 2.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สวนเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรี พบจำนวน 1 ตัวอย่าง สารพิษที่พบคือ คลอร์ไพริฟอส 1.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตลาดสี่มุมเมือง พบจำนวน 1 ตัวอย่าง สารพิษที่พบได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ปริมาณ 0.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาวเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต พบว่าปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในตัวอย่างมะนาวเริ่มต้นหลังจุ่มสารฆ่าแมลงคลอโรไพริฟอส และทำการเก็บตัวอย่างส่งตรวจ 3 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ย 14.06 ± 1.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสในผลมะนาว ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที สามารถลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนบนผลมะนาวได้ดีที่สุด โดยความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว คือ ล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ที่ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที โดยที่ลักษณะทางกายภาพของผลมะนาวไม่เปลี่ยนแปลงพบว่ามีลักษณะที่ผิวเรียบเนียน ทรงกลม สีเขียวอมเหลือง

จากผลการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาต่อการลดสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาว สรุปได้ว่า เมื่อล้างผลมะนาวด้วยความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่อัตราส่วนผลมะนาว 20 และ 30 ผล สามารถลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนผลมะนาวได้ดีที่สุด คัดเลือกที่อัตราส่วนมะนาว 30 ผล เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการลดการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสที่ปนเปื้อนผลมะนาว และทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไพริฟอสตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสบนผลมะนาวลดได้มากถึง 7%

จากผลการล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา สรุปได้ว่า การล้างมะนาวด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที สามารถลดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาได้ โดยไม่มีการตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในทุกตัวอย่าง และทำการแปลผลให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรไพริฟอสตกค้างตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) พบว่าปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบมะนาวหลังจากการล้างด้วยน้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาในสภาวะที่ดีที่สุดตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับ 4% การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสซึ่งเป็นระดับที่มีความปลอดภัยต่อ

ผู้บริโภครู้แล้วเมื่อนำตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลด้วยการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส พบว่าไม่มีการตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างในทุกตัวอย่าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ต่อการลดสารคลอร์ไพริฟอสบนผลมะนาว ตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจข้อมูลการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา พบว่ามีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคจากทุกแหล่งรับเข้าเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะจากแหล่งรับเข้าจากปากคลองตลาด โรงงานต้องมีกระบวนการตรวจรับวัตถุดิบที่ดี มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประกันคุณภาพวัตถุดิบ สุ่มตรวจสอบวัตถุดิบตามคู่มือการสุ่มตรวจวัตถุดิบ มีการตรวจคุณภาพของผลมะนาวตามมาตรฐานวัตถุดิบที่จัดทำขึ้น ถ้าพบว่าวัตถุดิบไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนดและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จะต้องทำการแจ้งโรงงานให้รับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งแขวนป้าย “ไม่ผ่าน” ให้ชัดเจน และดำเนินการแลกเปลี่ยน ลดเกรด หรือคืนวัตถุดิบใน lot นั้น และมีการประเมินผู้จัดจำหน่ายด้านคุณภาพ ทำการประเมินผู้จัดจำหน่าย ณ สถานที่จริง โดยมีการให้คะแนนด้านคุณภาพของวัตถุดิบ ถ้าผู้จำหน่ายที่ถูกประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง หรือไม่พิจารณา จะต้องมีการชี้แจงเหตุผลถึงสาเหตุที่ต้องปรับปรุง และในรอบถัดไปให้โอกาสปรับปรุงสินค้า และนำตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพใหม่ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ถ้าตรวจผลผ่านมาตรฐานที่กำหนดก็จะทำการจัดเข้าทะเบียนการรับเข้าวัตถุดิบต่อไป และมีการส่งตัวอย่างวัตถุดิบที่รับเข้าตรวจประจำปีในห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทางโรงงานจะต้องมีการตรวจรับวัตถุดิบที่ดีให้เป็นไปตามระบบกระบวนการรับเข้าวัตถุดิบ ถ้าไม่มีการตรวจรับวัตถุดิบที่ดีก็อาจส่งผลทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมายังผู้บริโภคได้ ซึ่งขั้นตอนการลดการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบนผลมะนาวโดยวิธีการล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้ของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 30 มิลลิลิตรต่ออัตราส่วนผลมะนาว 300 ผล หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมกับ น้ำกรอง 15 ลิตร แช่ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่าน 30 วินาที แล้วผึ่งบนภาชนะที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ทางโรงงานน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดานำมาเป็นวิธีการล้างในขั้นตอนการล้างผลมะนาวก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ และมีหน่วยงานควบคุมคุณภาพตรวจผลิตภัณฑ์สุดท้าย ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและจุลินทรีย์ ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายไปยังผู้บริโภค เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่จะทำให้ผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์ได้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. โครงการเฝ้าระวังความปลอดภัยของผักสดปลอดภัย พ.ศ. 2537 - 2542. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thailabonline.com/food_safety.html. 20 มกราคม 2559.
- กัลยาณี จันธิมา. 2554. การพัฒนาระบบเฝ้าระวังโรคในชุมชนเพื่อการป้องกันโรคพิษสารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรปลูกผักในตำบลลุ่มลำน้ำชี อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ. สถาบันวิจัยจัดการความรู้และมาตรฐานการควบคุมโรค. 17 : 6 - 7.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2557. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับประกาศและงานทั่วไป เรื่อง ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ประกาศ ณ วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2551. คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับ เล่มที่ 131 ตอนพิเศษ 32 ง.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2552. ชุดทดสอบยาฆ่าแมลงในผัก ผลไม้ เอ็ม เจ พี เค. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.gccthai.com/UserFiles/File/MJPK%20TH.pdf>. 20 พฤษภาคม 2559.
- กิจชัย ศิริวัฒน์. 2555. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ ตอนที่ 4 สารเคมีกำจัดแมลง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://webdb.Dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=396. 2 พฤษภาคม 2559.
- จารุงศ์ ประสพสุข, วัชรพร ศรีสว่างวงศ์ และ ปริญญา สายสุพรรณ. 2557. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วารสารแก่นเกษตร. 42 (2) : 431 - 439.
- ทวีพร สุกใส. 2548. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ล้างพิษผลเพื่อลดยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30 (1) : 55 - 61.
- ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2554. ปลุกมะนาวบนต้นต่อส้ม. นิตยสารเกษตรมดิชนบท เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2(1) : 14 - 15.
- บริษัท ไฮโดร ทรีท. 2559. คู่มือการใช้ชุดทดสอบวัดความกระด้างน้ำ : ปทุมธานี. บริษัท ไฮโดรทรีท จำกัด.
- ปณิตา คุ่มผล. 2554. โรคพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก
- ปัทมา เสนทอง, ติเลี่ยน วิวัฒน์, จตุพล โยธาโคตร, สุทธิณี เพ็ชรสีทอง และกัญธิชา ศรีหาใต้. 2561. ประสิทธิภาพของน้ำยาล้างผักต่อชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชและปริมาณฟอรั่มาลีนตกค้างในผัก. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น(ฉบับบัณฑิตศึกษา). 18 (3) : 1-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิสนท์ ศรีบัณฑิต, วารุณี จรัสวุฒิเดช และ ทำวรรณ ประภามณฑล. 2542. การปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดแมลงและการทำงานของโคลีนเอสเตอเรส: ศึกษาในกลุ่มผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2541. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์-สุขภาพ ครั้งที่ 17. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รามศ กรณีย์. 2559. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างเพื่อกำจัดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในผักสด. วารสารอาหารและยา. 23 (1) : 34 - 42.
- รวี เสฐฐักดิ์. 2553. คู่มือประกอบการฝึกอบรมโครงการปลูกมะนาวและการผลิตมะนาวนอกฤดู: การสร้างสวนไม้ผลยุคใหม่. นครปฐม: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน.
- วัชร ปิ่นทอง. 2543. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตผักปลอดสารพิษ ตำบลแม่ทากิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวศึกษา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- วิลาวัลย์ บุญย์สุภา, ประศาสตร์ พุตระกูล และ วรณี มาวิมล. 2547. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงและการทดสอบคุณภาพระหว่างเก็บรักษา. วารสารประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 41 (1) : 218 - 229.
- ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร. 2547. การผลิตมะนาวเชิงพาณิชย์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเดือนกัญสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประจำปี 2558. เครือข่ายเดือนกัญสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. กรุงเทพฯ.
- แสง โฉม ศิริพานิช. 2556. สถานการณ์และผลต่อสุขภาพจากการสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี พ.ศ. 2556. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำปี 2556. 44 : 689-692.
- สุวิทย์ วรณศรี. 2552. สารเคมีทางการเกษตรและสุขภาพอนามัยของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 12 (1) : 15 - 25.
- สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร. 2554. รายงานผลการสุ่มตรวจยามาแมลงในสินค้าอาหาร ของสหภาพยุโรป ประจำปี ค.ศ. 2009. กลุ่มพัฒนาระบบความปลอดภัยสินค้าพืช. กระทรวงการต่างประเทศ. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.acfs.go.th/standard>. 8 ธันวาคม 2558.
- สันทจุฑา ตัญพึ้งและประชุมพร เล่าห์ประเสริฐ. 2560. ประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารเมโรมิลที่ปนเปื้อนในถั่วฝักยาวโดยการแช่น้ำที่มีสารสกัดจากรางจืดและย่านาง. วารสารสารานุกรมสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 10 (1) : 38 - 46.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2562. **เครื่องล้างมะนาวและส้ม.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tistr-foodprocess.net/TISTR/newsboard/shownews.php> . 25 มิถุนายน 2562.
- เอนก หาดิ และ ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา. 2553. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายต่าง ๆ ที่ใช้ล้างและน้ำยาล้างผักทางการค้าสามชนิดในการลดปริมาณเมโทมิลในผักคะน้า.** วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1) : 55 - 61.
- อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2553. **เทคนิคการปลูกรมะนาวพันธุ์เป็นเกษตรคอกพิเศษให้ออกในช่วงฤดูแล้ง.** วารสารเมืองไม้ผล. 102 (251) : 88 - 93.
- Anneli, K., L. Andrea, K. Jekaterina and H. Koit. 2007. **Pesticide residues in commercially available oranges and evaluation of potential washing methods.** Trends in Food Science and Technology. 11 : 134 - 141.
- Ahmad, N., L. Guo, P. Mandarakas and S. Appleby. 1995. **Determination of dithiocarbamate and its breakdown product ethylenethiourea in fruits and vegetables.** Journal of AOAC International. 78 (5) : 1238 - 1243.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. **Official Methods of Analysis of AOAC international.** 18th ed. Maryland: AOAC international.
- Bozena, L., J. Magdalena, H. Izabela and K. Piotr. 2016. **Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling.** Environmental Monitoring and Assessment. 188 : 51.
- Chang, C.F., C.Y. Chang, K.E. Hsu, S.C. Lee and W. Holl. 2008. **Adsorptive removal of the pesticide methomyl using hypercrosslinked polymers.** Journal of Hazardous Materials. 155 : 295 - 304.
- Dunn, R. A., C. L. Anderson, M. F. Walter, W. Songskiri, C. Srimanee, P. Thunyapar and T. S. Steenhuis. 2014. **Spatial evidence of cross-crop pesticide contamination in small-holder Thai farms.** Agronomy for Sustainable Development. 34 (4) : 773 - 782.
- Fenik, J., M. Takiewicz and M. Biziuk. 2011. **Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables.** Trends in Analytical Chemistry. 30 (2) : 814 - 816.
- Falbe, E. 1987. **Surfactant in consumer Products.** Journal of Polymer Science. 25 (11) : 546 - 547.

- Gotoh, M., M. Sakata, T. Endo, H. Hayashi, H. Seno and O. Suzuki. 2001. **Profenofosmetabolites in human poisoning**. Forensic Science International. 116 : 221 - 226.
- Jim, S., Z. Xu., J. Chen, X. Liaug, Y. Wu and X. Qian. 2004. **Determination of organophosphate and cabamate pesticides bases on enzyme inhibition using a pH-sensitive fluorescence probe**. Analytica Chimica Acta. 523 (1) : 117 - 123.
- Jung, M.S., H.K. Ki, H.K. Jong and W.J. Jin. 2011. **Effect of washing treatments on pesticide residues and antioxidant compounds in Yuja (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka)**. Food Science and Biotechnology. 20 (3) : 767 - 773.
- Kaufman, B.M. and M. Clover. 1991. **Immunoassay of pesticides**. Journal - Association of Official Analytical Chemists. 74 (2) : 239 - 247.
- Alavanja, C. Michael, Hoppin, A. Jane and F. Kamel. 2004. **Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity**. The Annual Review of Public Health. 25 : 155 - 197.
- Rawn, D. F., S. C. Quade, W. F. Sun, M. Smith, A. Fouquet and A. Belanger. 2008. **Effects of postharvest preparation on organophosphate insecticide residues in apples**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56 (3) : 916 - 921.
- Schein, E.H. 1987. **The clinical perspective in fieldwork**. American Psychologist. 45 (2) : 109 - 119.
- Thoophom, G. 2007. **Organophosphorous carbamate cholinesterase inhibitors**. Handbook GT-Pesticide Test Kit. Department of Medical Sciences. Bangkok.
- Trasande, L., R. I. Massey, J. DiGangi, K. Geiser, A. I. Olanipekun and L. Gallagher. 2011. **How developing nations can protect children from hazardous chemical exposures while sustaining economic growth**. Health Affairs. 30 (12) : 2400 - 2409.
- Whangchai, K., J. Uthaibutra, S. Phiyalaninmat, S. Pengphol, and N. Nomura 2011. **Effect of ozone treatment on the reduction of chlorpyrifos residues in fresh lychee fruits**. Ozone: Science and Engineering. 33 (3) : 232 - 235.
- Yuncheng, L., J. Bining, Z. Qiyang, W. Chengqiu, G. Yong, Z. Yaohai and C. Weijun. 2012. **Effect of commercial processing on pesticide residues in orange products**. European Food Research and Technology. 234 (3) : 449 - 456.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ทำการเก็บตัวอย่างทุก lot ของวัตถุดิบที่มีการรับเข้าแล้วนำมาตรวจสอบทันที เก็บตัวอย่างผลมะนาวพันธุ์เป็นขนาดสม่ำเสมอ จำนวน 20 ลูก ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของมะนาวพันธุ์เป็นด้วยสายตา (visual) (ภาพภาคผนวกที่ ก.1) โดยตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานของโรงงานจะต้องมีคุณภาพดี เป็นผลสด มีลักษณะทรงกลม ผิวเรียบเกลี้ยง เปลือกบาง สีเขียวอ่อนหรือเขียวอมเหลือง ไม่มีแผล รอยขีด ไม่มีรอยแตกผา หรือไม่เน่าเสียที่ทำให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภค สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ ไม่มีศัตรูพืช ไม่มีความเสียหายเนื่องมาจากศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในของมะนาว เป็นต้น (ภาพภาคผนวกที่ ก.2) ถึงจะรับวัตถุดิบเข้ามา ถ้าตรวจสอบแล้วพบตัวอย่างที่คุณภาพไม่ดีเกิน 10% ของตัวอย่างทั้งหมดจะถือว่าไม่ผ่านมาตรฐาน และทำการตรวจสอบการตกผลของมะนาวทั้งผลและน้ำโดยตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานต้องมีกลิ่นมะนาวตามธรรมชาติชัดเจน ทำการบันทึกผลการทดลองเป็นจำนวนตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน



ภาพภาคผนวกที่ ก.1 ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของมะนาว



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพภาคผนวกที่ ก.2 ลักษณะมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการตรวจด้วยสายตา (visual)

(ก) มะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านมาตรฐานของโรงงาน

(ข) มะนาวพันธุ์เป็นที่ไม่ผ่านมาตรฐานของโรงงาน เกิดโรคแคงเกอร์จากการทำลายของศัตรูพืช

(ค) มะนาวพันธุ์เป็นที่ไม่ผ่านไม่ผ่านมาตรฐานของโรงงาน มีรอยขีดหรือเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ข.1 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (AOAC, 2005)

ก่อนใช้งานทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องวัดพีเอช (pH meter) ด้วยบัฟเฟอร์ (buffer) 7 และ 4 นำตัวอย่างมะนาวมาทำการคั้นด้วยมือให้ได้ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เตรียมไว้ในบีกเกอร์ (ภาพภาคผนวกที่ ข.1) แล้วนำมาวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยเครื่องวัดพีเอช (pH meter) (รุ่น HI98127 บริษัท ฮานนา อินสตรูमेंท์ส จำกัด ประเทศไทย) (ภาพภาคผนวกที่ ข.2) แล้วอ่านค่าที่วัดได้และบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ



ภาพภาคผนวกที่ ข.1 น้ำมะนาวสด



ภาพภาคผนวกที่ ข.2 วัดค่าความเป็นกรดต่างน้ำมะนาวสด

ข.2 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (AOAC, 2005)

นำตัวอย่างน้ำมะนาวที่เตรียมไว้ในบีกเกอร์จากข้อ ข.1 มาทำการหล่อน้ำเย็นให้ได้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์, °Brix) ด้วยเครื่องรีแฟลกโตมิเตอร์ (refractometer) (รุ่น HB - 113ATC บริษัท Eastern energy จำกัด ประเทศไทย) (ภาพภาคผนวกที่ ข.3) แล้วอ่านค่าที่วัดได้และบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ข.3 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดน้ำมะนาวสด

ข.3 การวัดปริมาณกรดซิตริก (AOAC, 2005)

ปิเปตตัวอย่างน้ำมะนาวที่เตรียมไว้ในบีกเกอร์จากข้อ ข.1 มา 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร และหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลินความเข้มข้น 1% จำนวน 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.0 นอร์มอล (N) จนกระทั่งถึงจุดยุติ นำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดซิตริก (% citric acid) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดซิตริก (\% citric acid)} = \frac{N \text{ base} \times \text{ml. base} \times \text{meq. wt.} \times 100}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

เมื่อกำหนดให้ N base คือ Normality ของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์
ml.base คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)
meq.wt. คือ น้ำหนักโมเลกุลสมมูลของกรดซิตริก เท่ากับ 0.06404

ข.4 การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit (Thoophom, 2007)

ข.4.1 การเตรียมตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างมะนาวมาจำนวน 20 ผล โดยแบ่งแต่ละผลเป็น 4 ส่วน จากขั้วหรือก้านของผลไปหาด้านตรงข้าม ใช้ 2 ส่วนนี้เป็นตัวอย่าง สับตัวอย่างให้ละเอียดแล้วชั่งตัวอย่างมาประมาณ 5 กรัม ตักตัวอย่างใส่ขวดพลาสติกให้ได้ความสูงประมาณ 1 ซิตรงขวด แล้วนำมาสกัดตัวอย่างด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ต่อไป (ภาพภาคผนวกที่ ข.4)



ภาพภาคผนวกที่ ข.4 ชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit

ข.4.2 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างจากสารคลอร์ไพริฟอส ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit มีขั้นตอนดังนี้

1. การสกัดตัวอย่าง

1.1 นำตัวอย่างจากข้อ ข.4.1 เทน้ำยาสกัด solvent -1 ลงในขวดพลาสติกให้ได้ ความสูงประมาณ 2 นิ้วตรงขวด ปิดฝาขวดให้สนิท เขย่าแรงๆ ประมาณ 1 นาที และตั้งทิ้งไว้ ประมาณ 10 - 15 นาที

1.2 ควบน้ำยาสกัด solvent-2 ใส่หลอดแก้วให้ได้ความสูงประมาณ 1 มิลลิลิตร

1.3 ควบตัวอย่างจากข้อ 1.1 ใส่หลอดแก้ว ข้อ 1.2 อีกประมาณ 1 มิลลิลิตร

1.4 นำหลอดแก้วใส่ rack และวางไว้บนถาดน้ำอุ่น จากนั้นเปิดเครื่องเพื่อให้ เป้าน้ำยาชั้นล่างจะหมดไป (ดูจากก้นหลอดต้องไม่เห็นน้ำยาแยก 2 ชั้น ไม่มีลักษณะเม็ดทรายเกาะ และจะสังเกตเห็นน้ำยาที่เกิดฟองวงแหวนเป็นชั้นๆ เมื่อครบแล้วไม่มีกลิ่นของน้ำยาสกัด solvent-1) ก็จะได้สารสกัดจากตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์การตกค้างสารคลอร์ไพริฟอส ในขั้นตอน ข้อ 2 ต่อไป

2. การวัดระดับการตรวจพบสารพิษตกค้างในระดับต่างๆ โดยจะสามารถรายงานค่า ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างที่ตรวจพบเป็นระดับ % Inhibition (ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) โดยจัดหลอดแก้วทดลองทั้งหมด 7 หลอด ซึ่งประกอบด้วยหลอด ควบคุม 1 หลอด หลอดตัดสิน 5 หลอด และ หลอดตัวอย่าง 1 หลอด ดังนี้

1) หลอดควบคุม หรือ 0% inhibition (0%IH)

2) 10% inhibition (10%IH)

3) 30% inhibition (30%IH)

4) 50% inhibition (50%IH)

5) 80% inhibition (80%IH)

6) 100% inhibition (100%IH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) หลอดตัวอย่าง หรือ % inhibition ที่ตรวจพบ

นำหลอดแก้วทดลองทั้งหมด 7 หลอด มาใส่น้ำยาของชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit ตามสัดส่วนต่างๆ ตามขั้นตอนดังตารางภาคผนวกที่ ข.1 หลังจากทำปฏิกิริยาในหลอดต่างๆแล้ว ทำการแปลผลด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนคลื่นแสง (spectrophotometer) เพื่อหาปริมาณสารคลอไร์ฟิรฟอสตอก้าง ที่ตรวจพบเป็นระดับ % inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส) ในขั้นตอน ข้อ 3 ต่อไป

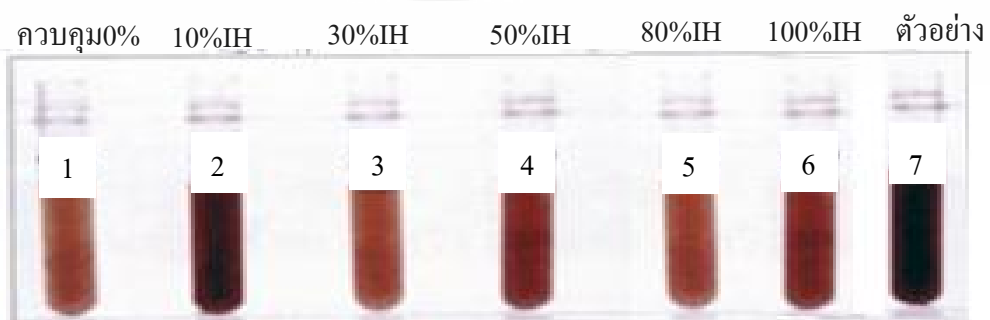


(ก) (ข) (ค)

ภาพภาคผนวกที่ ข.5 เปรียบเทียบสีน้ำยาในหลอดทดลองที่ตรวจพบสารพิษตกค้างในระดับต่างๆ (ก) สีของหลอดทดลองที่ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ข) สีของหลอดทดลองที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ปลอดภัย (ค) สีของหลอดทดลองที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ไม่ปลอดภัย



ภาพภาคผนวกที่ ข.6 หลอดแก้วทดลอง 7 หลอด ก่อนใส่น้ำยาของชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit



ภาพภาคผนวกที่ ข.7 หลอดแก้วทดลอง 7 หลอด หลังใส่น้ำยาของชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 แสดงวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารคลอรีไฟริฟอสด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit

หลอดทดลอง	1	2	3	4	5	6	7
ชนิดน้ำยา (มล.)	หลอด ควบคุม	10%IH	30%IH	50%IH	80%IH	100%IH	หลอด ตัวอย่าง
1) สารสกัด-2	250	250	250	250	250	250	-
2) สารสกัดจาก ตัวอย่าง	-	-	-	-	-	-	250
3) GT-1	500	500	500	500	500	500	500
4) นำไปอุ่นที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที							
5) GT-2	250	275	325	375	450	500	250
6) นำไปอุ่นที่ 37 องศาเซลเซียส นานเป็นเวลา 60 นาทีพอดี							
7) GT-3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8) GT-4	500	500	500	500	500	500	500
9) GT-5	500	500	500	500	500	500	500

ที่มา : ดัดแปลงจาก Thoophom (2007)

หมายเหตุ : %IH = %Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส)

สารสกัด-2 = สารละลายน้ำยาสารสกัดขวดที่ 2

GT-1 = น้ำยาสกัดชุด GT test kit ขวดที่ 1

GT-2 = น้ำยาสกัดชุด GT test kit ขวดที่ 2

GT-3 = น้ำยาสกัดชุด GT test kit ขวดที่ 3

GT-4 = น้ำยาสกัดชุด GT test kit ขวดที่ 4

GT-5 = น้ำยาสกัดชุด GT test kit ขวดที่ 5

3. การแปลผลด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนคลื่นแสง

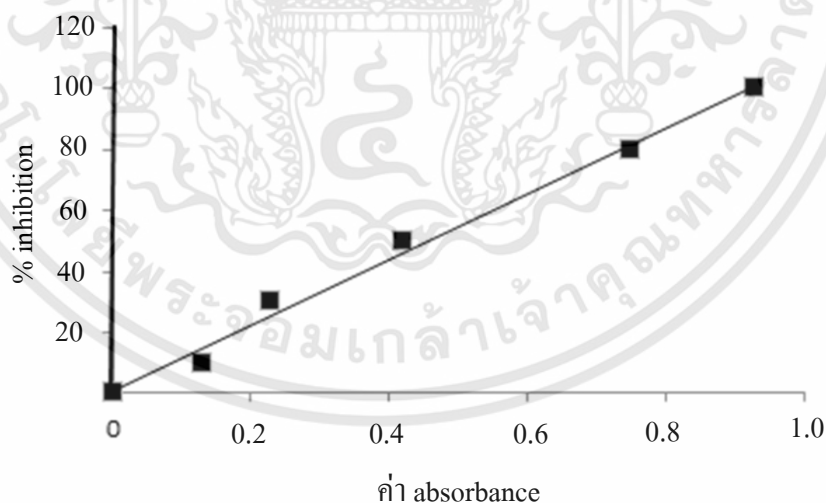
3.1 เข่าน้ำยาแต่ละหลอดทั้ง 7 หลอด ให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ที่อิมตัดด้วยน้ำจืดน้ำยาใส นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (absorbance) โดยการใช้เครื่องวัดค่าดูดกลืนคลื่นแสง (spectrophotometer)

3.2 ตั้งค่าความยาวคลื่น (wavelength) ที่ 540 นาโนเมตร เปิดเครื่อง ประมาณ 5-10 นาที ก่อนการใช้งาน

3.3 นำหลอดสำหรับใช้วัดเฉพาะเครื่อง (cell) มาใส่น้ำกลั่นให้เท่ากับระดับที่มีเครื่องหมายกำหนด นำไปวางในช่องวัดแสง และปรับเครื่องให้ได้ค่า transmittance เท่ากับ 100%

3.4 วัดค่า absorbance ของทุกหลอดทดลอง นำค่า absorbance ของหลอดทุกหลอดลบด้วย absorbance ของหลอดควบคุม เพื่อให้ได้ค่า absorbance สุทธิ และนำค่า absorbance สุทธิ ของหลอดควบคุมและหลอดตัดคลื่นทุกระดับ นำไปพล็อต (plot) กราฟระหว่าง %inhibition กับ ค่า absorbance สุทธิ

3.5 นำค่า absorbance สุทธิตัวอย่าง มาคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้างเทียบเป็น %inhibition โดยนำข้อมูลจากกราฟที่ได้ หาสมการเส้นตรง กำหนดให้ แกน Y คือ ค่า absorbance สุทธิ แกน X คือ %inhibition แทนค่า absorbance สุทธิตัวอย่าง (Y) ก็จะได้ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่ตรวจพบเป็นระดับ % inhibition (X) ดังกราฟ ภาพภาคผนวกที่ ข.5



ภาพภาคผนวกที่ ข.8 กราฟสมการเส้นตรงระหว่าง %Inhibition กับ ค่า absorbance สุทธิ

สมการเส้นตรง $r = 0.99$ โดยที่ $Y = 1.0752X + 0.0092$

ข.5 การวัดค่าความกระด้าง (บริษัท ไฮโดร ทริท, ปทุมธานี ประเทศไทย, 2559)

เตรียมน้ำตัวอย่าง 25 ml เติม hardness buffer จำนวน 2 - 3 หยด ลงในน้ำตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน เติม hardness indicator จำนวน 1 - 2 หยด ลงในน้ำตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน สังเกตสีที่เกิดขึ้น ถ้าน้ำตัวอย่างเป็นสีน้ำเงินอมม่วง สีม่วง หรือสีชมพู ให้ทำการไตเตรดด้วย EDTA 0.02 N จนกระทั่งน้ำตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ดูปริมาตรของ EDTA ที่ใช้ในการไตเตรด นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{จำนวนหยดของEDTA} \times 0.05 \text{ ml} \times \text{ค่า Factor ของEDTAแต่ละ lot}$$

ข.6 การวัดค่าการนำไฟฟ้า (AOAC, 2005)

ล้างหัวโพลบด้วยน้ำกลั่นก่อนการใช้เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับหัวโพลบ หลังจากนั้นให้สะบัดให้แห้งในอากาศ เพื่อลดการปนเปื้อนของสารละลายที่จะวัด ล้างหัวโพลบด้วยน้ำตัวอย่างจำนวนเล็กน้อย กดปุ่ม ON เพื่อเปิดเครื่อง เครื่องหมาย [MEAS] จะปรากฏที่ด้านบนของจอ LCD จุ่มหัวโพลบลงในน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดให้อยู่สูงท่วมวงแหวนอันบน คนน้ำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน รอจนค่าที่หน้าจอคงที่ จดบันทึกค่าที่อ่านได้



ภาพภาคผนวกที่ ข.9 เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการล้างผลมะนาวในระดับปฏิบัติการ

1. นำมะนาวพันธุ์แป้นจากปากคลองตลาดซึ่งเป็นแหล่งที่ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด จำนวน 20 ผล ไปจุ่มสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส 40% (ภาพภาคผนวกที่ ค.1) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร (400 ppm) แช่นาน 10 นาที แล้วนำไปล้างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 วัน เพื่อให้สารคลอร์ไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว (ภาพภาคผนวกที่ ค.2)



ภาพภาคผนวกที่ ค.1 สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส 40%



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพภาคผนวกที่ ค.2 ขั้นตอนการเตรียมมะนาวที่มีสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว

(ก) นำมะนาว 20 ผล จุ่มสารคลอร์ไพริฟอส เข้มข้น 3 มิลลิกรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร แช่นาน 10 นาที

(ข) ล้างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 วัน

(ค) วัตถุดิบมะนาวพันธุ์แป้นที่มีสารคลอร์ไพริฟอสตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เตรียมผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา (ภาพภาคผนวกที่ ค.3) ที่ปริมาตร 1.5 และ 2.0 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร และเตรียมสารละลาย โซเดียมไบคาร์บอเนต (ภาพภาคผนวกที่ ค.4) ที่ความเข้มข้น 0.05% โดยผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำกรองปริมาตร 1.5 ลิตร ในกะละมังสแตนเลสทรงกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร นำผลมะนาวพันธุ์แป้นที่มีสารคลอโรไฟริฟอสตกค้างที่ผิวมะนาว ลงมาแช่ผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้และสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ผสมกันแล้ว โดยมีการ ล้างด้วยน้ำกรองเป็นชุดควบคุม แช่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลา 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ (ภาพ ภาคผนวกที่ ค.5)



ภาพภาคผนวกที่ ค.3 น้ำยาล้างผักและผลไม้โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา



ภาคผนวกที่ ค.4 โซเดียมไบคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค.5 แช่วัตถุดิบมะนาวพันธุ์เป็นด้วยผลิตภัณฑ์ล้างผักและผลไม้

3. นำไปล้างน้ำกรองไหลผ่านเพื่อล้างอีก 30 วินาที (ปรับอัตราการไหล 12 ลิตรต่อนาที แรงดันน้ำ 2 บาร์ (bar) เพื่อให้อัตราการไหลคงที่) (ภาพภาคผนวกที่ ค.6) แล้วฝังบนภาชนะกะละมังสแตนเลสรูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 20 - 25 องศาเซลเซียส ให้แห้งนาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมะนาวที่ผ่านการล้างแล้วไปวิเคราะห์การตกค้างของสารคลอร์ไพริฟอส ด้วยชุดทดสอบสารพิษ GT-Test kit



ภาพภาคผนวกที่ ค.6 ล้างวัตถุดิบมะนาวพันธุ์เป็นด้วยน้ำกรองไหลผ่าน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวพิชญาภา ศิริรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤศจิกายน 2529
ที่อยู่	23 ถ.งามวงศ์วาน ซ.งามวงศ์วาน23 ต.บางเขน อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
E-mail	pishayapa2529@gmail.com
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ - พ.ศ. 2562 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2552 - ปัจจุบัน ตำแหน่งประกันคุณภาพ โรงงาน หน่วยงานควบคุมและ พัฒนาระบบคุณภาพ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับพระมหากรุณาธิคุณ จากจากสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี องค์ประธานมูลนิธิโนวาร์ดีส 72 พรรษา ที่ทรงพระราชทานทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรรวมถึงทุน วิทยานิพนธ์
การนำเสนอผลงาน	พิชญาภา ศิริรัตน์, อพิชชา จินดาประเสริฐ, วิรามศรี ศรีพจนารถ และ อศิสร เสวตวิวัฒน์. 2561. การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในมะนาว พันธุ์เป็นที่ใช้ในการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์. การประชุมวิชาการ ระดับชาติ “มศว วิจัย” ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วันที่ 29 - 30 มีนาคม พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้